

CARLOS ALBERTO BORBA SCHULER

**AVALIAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR *Dirphiopsis epiolina* R. Felder
EM POVOAMENTOS DE BRACATINGA - *Mimosa scabrella* Benth.,
MANEJADOS PELO SISTEMA TRADICIONAL, ATRAVÉS DE
FOTOGRAFIAS AÉREAS DE PEQUENO FORMATO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito complementar para obtenção do Título de Doutor em Ciências Florestais

Orientador: Prof. Dr. Attilio Antonio Disperati

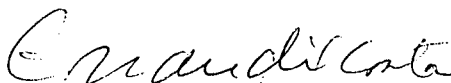
**CURITIBA
1995**

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

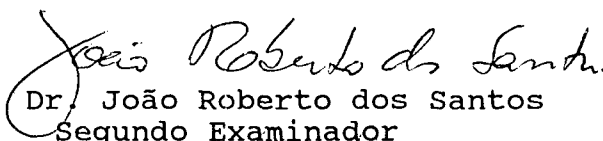
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de Doutorado apresentada pelo candidato CARLOS ALBERTO BORBA SCHULER, defenderá a sua Tese, cujo título é: **AVALIAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR *Dirphiopsis epiolina* R. Felder EM POVOAMENTOS DE BRACATINGA - *Mimosa scabrella* Bentham - , MANEJADOS PELO SISTEMA TRADICIONAL, ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS DE PEQUENO FORMATO**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese com média final: (9,24), correspondente ao conceito: ("A").

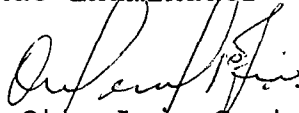
Curitiba, 18 de agosto de 1995



Prof. Dr. Ervandil Correa Costa
Primeiro Examinador



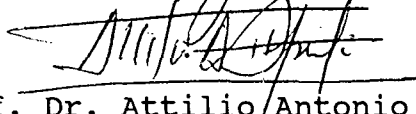
Prof. Dr. João Roberto dos Santos
Segundo Examinador



Prof. Dr. Otto Luiz Gantzel
Terceiro examinador



Prof. Dr. José Henrique Pedrosa Macedo
Quarto Examinador



Prof. Dr. Attilio Antonio Disperati
Orientador e Presidente da Banca

Aos meus pais,

Irene Borba Schuler (in memoriam) e

Achille Leonard Schuler

À minha esposa,

Zélia Maria

Aos meus filhos,

Luciana,

Carlos Henrique,

Fábio,

Taciana

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do Curso.

À Universidade Federal do Paraná, pela aceitação para realizar o Curso de Pós-Graduação, a nível de doutorado.

Ao Prof. Dr. Attilio Antonio Disperati, pela sua fundamental orientação e, principalmente, pelo incentivo, ensinamentos e grande amizade.

Aos co-orientadores, Prof. Dr. José Henrique Pedrosa-Macedo e Dr. João Roberto dos Santos, pelas importantes sugestões oferecidas no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro na forma de concessão de bolsa de estudos durante todo o período de realização do Curso.

Aos Srs. Vadislau Dugonski e Armando Busato, proprietários da área onde foi desenvolvido este trabalho, pela permissão para a sua utilização e facilidade de acesso.

Ao Ministério da Aeronáutica que, através da Base Aérea do Bacacheri, viabilizou a execução deste trabalho, realizando dois vôos sobre a área de estudo.

Ao IBAMA, pela cessão do helicóptero que tornou possível a realização de um vôo sobre o local de estudo.

Ao Comandante Flávio Artur Bauer - Perspectiva Fotos Aéreas e Técnicas S/C Ltda. - pelo vôo que permitiu a obtenção das fotografias aéreas de 70 mm.

À Empresa Aerosul, pela cessão das fotografias aéreas convencionais, na escala de 1 : 8.000, de 1985, que serviram de base à delimitação da área de estudo.

Ao Engenheiro Florestal Paulo Augusto A. Lima, do Escritório de Assistência Técnica da EMATER-PR em Almirante Tamandaré, pela indicação da área de estudo e constante apoio nos trabalhos de campo.

À Engenheira Florestal Christel Lingnau e ao acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Sandro Coneglian, pela colaboração em partes dos trabalhos de campo.

Ao Prof. Dr. Carlos Loch, pelo incentivo e pela colaboração, principalmente no início do Curso de Pós-Graduação.

Aos corpos docente e administrativo do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, especialmente aos funcionários Maria de Lourdes e Reinaldo, que estiveram, durante todo o período de minha permanência no Curso, colaborando com informações fundamentais na parte administrativa.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, colaboraram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT	17
 1 INTRODUÇÃO	 18
 2 OBJETIVOS	 20
2.1 GERAL	20
2.2 ESPECÍFICOS.....	20
 3 JUSTIFICATIVA	 21
3.1 EM FUNÇÃO DO PROBLEMA SURGIDO	21
3.2 EM VIRTUDE DA SITUAÇÃO DA PROTEÇÃO FLORESTAL NO BRASIL.....	22
3.3 UMA FERRAMENTA FACTÍVEL PARA ALIMENTAR SISTEMAS DE DE MONITORAMENTO EM PROTEÇÃO FLORESTAL	24
 4 OS DANOS FLORESTAIS E SUAS CONSEQUÊNCIAS	 28
4.1 OS DANOS FLORESTAIS A NÍVEL MUNDIAL (ALGUMAS CITA- ÇÕES MOSTRANDO A SUA IMPORTÂNCIA E EVOLUÇÃO)	29
4.2 OS DANOS FLORESTAIS NO BRASIL	31
 5 A BRACATINGA.....	 38
5.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E NOMES VULGARES.....	39
5.2 ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA ESPÉCIE.....	40
5.3 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE	42
5.4 FUNÇÃO ECONÔMICA DA BRACATINGA	46
5.5 ALGUNS ASPECTOS DA ENTOMOFAUNA DA BRACATINGA.....	48

5.5.1 Insetos identificados nos bracatingais, no Estado do Paraná, responsáveis por danos de importância econômica	49
5.5.2 A ocorrência do <i>Dirphiopsis epiolina</i> R. Felder, 1874 (Lep., Saturniidae) como praga da bracatinga.....	53
6 A FOTOGRAFIA AÉREA NO SETOR FLORESTAL	58
6.1 FILMES FOTOGRÁFICOS.....	60
6.1.1 Mudança e registro da reflectância espectral da folhagem das plantas.....	61
6.2 FOTOGRAFIAS AÉREAS	65
6.2.1 Parâmetros fotointerpretativos	65
6.2.2 Escala da fotografia aérea	67
6.3 UTILIZAÇÃO DO RECOBRIMENTO AÉREO EM PROTEÇÃO FLORESTAL	69
6.4 UTILIZAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS DE PEQUENO FORMATO EM PROTEÇÃO FLORESTAL	79
6.5 FOTOGRAFIAS AÉREAS E AMOSTRAGEM	84
7 MATERIAIS E MÉTODOS.....	88
7.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	88
7.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS.....	88
7.3 CONHECIMENTO DO PROBLEMA "IN LOCO".....	90
7.4 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES.....	91
7.4.1 Base cartográfica existente	92
7.4.2 Recobrimento aerofotogramétrico disponível.....	92
7.5 DOCUMENTAÇÃO DO PROBLEMA E PLANEJAMENTO DE AÇÕES	93
7.5.1 Obtenção das fotografias aéreas verticais de pequeno formato.....	96
7.5.1.1 Planejamento de voo para o recobrimento aerofotográfico da área de estudo.....	96
7.5.1.2 Reconhecimento aéreo e registro fotográfico das condições da área de estudo.....	98

7.5.2	Obtenção dos dados para avaliação dos danos	102
7.5.2.1	Obtenção e preparo das fotografias aéreas de pequeno formato.....	102
7.5.2.2	Parâmetros fotointerpretativos	103
7.5.2.3	Chave de identificação.....	104
7.5.3	Procedimentos para coleta dos dados e para verificar a foto- interpretação	104
7.5.3.1	A necessidade de sinalização artificial.....	106
7.5.4	Avaliação dos danos	108
7.5.5	Modelo de quadro para avaliação combinada dos danos.....	108
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	110
8.1	OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS DE PEQUENO FORMATO PARA UMA PRIMEIRA AVALIAÇÃO DOS DANOS	110
8.1.1	Segundo voo	110
8.1.2	Chave de identificação, do tipo seleção, para caracterizar os danos nas copas das bracatingas, na área de estudo	118
8.1.3	Caracterização visual das copas, por fotografias terrestres, em função do estado vegetativo das bracatingas.....	120
8.1.4	Caracterização visual, por fotografias aéreas, das copas das bracatingas, de acordo com os tipos estabelecidos	122
8.1.5	Alguns resultados gráficos da fotointerpretação	125
8.1.6	Eficiência da fotointerpretação.....	127
8.1.7	Análise e discussão dos resultados pertinentes ao segundo voo.....	128
8.1.7.1	Análise e discussão dos resultados extrapolados, considerando os valo- res de tipos de danos por hectare.....	132
8.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE A SINALIZAÇÃO ARTIFICIAL.....	136
8.3	OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS DE PEQUENO FORMATO PARA UMA SEGUNDA AVALIAÇÃO DOS DANOS.....	138
8.3.1	Terceiro voo	138
8.3.2	Análise e discussão dos resultados pertinentes ao terceiro voo	143

8.3.2.1	Análise e discussão dos resultados extrapolados, considerando os valores de tipos de danos por hectare.....	147
8.4	OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS DE PEQUENO FORMATO PARA UMA TERCEIRA AVALIAÇÃO DOS DANOS.....	150
8.4.1	Quarto vôo.....	150
8.4.2	Análise e discussão dos resultados pertinentes ao quarto vôo	154
8.4.2.1	Análise e discussão dos resultados extrapolados, considerando os valores de tipos de danos por hectare.....	157
8.5	FATORES RESPONSÁVEIS POR ERROS NA FOTOINTERPRETAÇÃO DOS DANOS NOS BRACATINGAIS.....	160
9	CONCLUSÕES.....	163
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166
11	ANEXOS.....	177
11.1	ANEXO 1: RESULTADOS DA INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS DO 2º VÔO.....	177
11.2	ANEXO 2: RESULTADOS DA INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS DO 3º VÔO.....	198
11.3	ANEXO 3: RESULTADOS DA INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS DO 4º VÔO.....	203

LISTA DE TABELAS

1 COMPARAÇÃO DE FILMES PANCROMÁTICO COLORIDO E COLORIDO INFRATERMELHO, VERSUS ESCALAS DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS, PARA DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DE DANOS FLORESTAIS.....	72
2 INDICAÇÃO DE TIPOS DE FILMES E ESCALAS DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS EM FUNÇÃO DOS MELHORES RESULTADOS OBTIDOS NO INVENTÁRIO E MONITORAMENTO DE DANOS FLORESTAIS	74
3 AVALIAÇÃO DE TIPOS DE SENSORES, RELACIONADOS ÀS ESCALAS, PARA DETECÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE DANOS RESULTANTES DA AÇÃO DE ALGUNS AGENTES DANINHOS	77
4 RESULTADOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO versus VERDADE-TERRESTRE (percentuais de concordância - vôo: 16.06.1988)	129
5 TIPO DE DANO POR AMOSTRAS DE CADA POVOAMENTO: FOTOINTERPRETAÇÃO E VERDADE-TERRESTRE - Vôo: 16.06.1988	133
6 DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DO DANO POR HECTARE E POR POVOAMENTO VÔO: 16.06.1988.....	134
7 RESULTADOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO versus VERDADE-TERRESTRE (percentuais de concordância - vôo: 05.12.1988)	143
8 TIPO DE DANO POR AMOSTRAS DE CADA POVOAMENTO: FOTOINTERPRETAÇÃO E VERDADE-TERRESTRE - Vôo: 05.12.1988	148

9	DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DO DANO POR HECTARE E POR POVOAMENTO VÔO: 05.12.1988.....	149
10	RESULTADOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO versus VERDADE-TERRESTRE (percentuais de concordância - vôo: 15.04.1989).....	155
11	TIPO DE DANO POR AMOSTRAS DE CADA POVOAMENTO: FOTOINTER- PRETAÇÃO E VERDADE-TERRESTRE - Vôo: 15.04.1989	158
12	DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DO DANO POR HECTARE E POR POVOAMENTO VÔO: 15.04.1989.....	159

LISTA DE FIGURAS

1	EXEMPLO ESQUEMÁTICO DE AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS.....	26
2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA MAIS EXPRESSIVA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA BRACATINGA	41
3	VISTA AÉREA DE POVOAMENTOS DE BRACATINGA EM DIFERENTES IDADES	43
4	FORMAS DA COPA E TRONCO DA BRACATINGA QUANDO VEGETANDO EM DIFERENTES LOCAIS: 4-A: em maciços; 4-B: isoladamente.....	45
5	ASPECTO CARACTERÍSTICO APRESENTADO POR UM RAMO ATACADO PELO "SERRADOR" (Almirante Tamandaré - 1988).....	52
6	MAPA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA COM INDICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM QUE FOI DETECTADO O INSETO DESFOLHADOR	54
7	FASES DO INSETO <i>Dirphiopsis epiolina</i> : 7 - A: LAGARTA; 7 - B: PUPA; 7-C: ADULTO	56
8	PADRÕES DE REFLECTÂNCIA ESPECTRAL: A: PARA UMA FOLHA VERDE, SADIA; B: PARA UMA FOLHA COM DANO INICIAL; C: PARA UMA FOLHA COM DANO CRÔNICO; D: PARA UMA FOLHA MORTA	62
9	FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS PARA AVALIAÇÃO DE DANOS MORFOLÓGICOS EM BRACATINGA - Almirante Tamandaré - PR.....	89
10	VISTA TERRESTRE DE PARTES DE BRACATINGAIS DANIFICADOS EM DOIS DIFERENTES POVOAMENTOS (Almirante Tamandaré: maio de 1988).....	91
11	LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ÁREA DE ESTUDO EM RELAÇÃO À SEDE DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ.....	94
12	MOSAICO NÃO CONTROLADO COM INDICAÇÃO DOS POVOAMENTOS ACOMPANHADOS E LINHAS DE VÔO PLANEJADAS.....	95

13 CROQUIS DA ÁREA DE ESTUDO E INDICAÇÃO DA FAIXA SOBREVOADA RECOBRINDO OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 02.06.1988.....	100
14 ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS DO VÔO DE RECONHECIMENTO: POVOAMENTOS α , β E γ , EM 02.06.1988.....	101
15 MATERIAL UTILIZADO COMO ALVO E PARA SUA INSTALAÇÃO.....	107
16 MODELO DO QUADRO PARA AVALIAÇÃO COMBINADA DOS DANOS OBTIDOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO versus VERDADE-TERRESTRE.....	109
17 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FAIXAS DE VÔO EFETIVADAS SOBRE OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 16.06.1988.....	112
18 ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS, PANCROMÁTICAS COLORIDAS, DO SEGUNDO VÔO EFETIVADO SOBRE OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 16.06.1988 (FILME II-B).....	113
19 ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS, PANCROMÁTICAS P & B, DO SEGUNDO VÔO REALIZADO SOBRE OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 16.06.1988 (FILME II-E).....	114
20 FOTOGRAFIA AÉREA, P C, DE PARTE DO POVOAMENTO γ , EVIDENCIANDO O ATAQUE SELETIVO DAS LAGARTAS - 16.06.1988.....	116
21 FOTOGRAFIA TERRESTRE DE PARTE DO POVOAMENTO β , EVIDENCIANDO ESPÉCIES NÃO ATACADAS PELAS LAGARTAS - 9.06.1988.....	117
22 CARACTERIZAÇÃO VISUAL, POR FOTOGRAFIAS TERRESTRES, DOS TIPOS DE COPAS OBSERVADAS NOS BRACATINGAIS ("Mato Dentro" - Almirante Tamandaré - 1988).....	121
23 CARACTERIZAÇÃO VISUAL, POR FOTOGRAFIA AÉREA, P & B, DOS TIPOS DE COPAS OBSERVADAS NOS BRACATINGAIS ("Mato Dentro" - Almirante Tamandaré - 2º. vôo: 16.06.1988).....	123
24 CARACTERIZAÇÃO VISUAL, POR FOTOGRAFIA AÉREA, P C, DOS TIPOS DE COPAS OBSERVADAS NOS BRACATINGAIS ("Mato Dentro" - Almirante Tamandaré - 2º. vôo: 16.06.1988).....	124

25	RESULTADOS GRÁFICOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO DA AMOSTRA 1 DO POVOAMENTO α : A: AEROFOTOS P C, NA ESCALA DE 1 : 2.000; B E C: AEROFOTOS P & B E P C, NA ESCALA DE 1 : 1.000.....	126
26	ALVO INSTALADO SOBRE A ÁRVORE CENTRAL DE UMA AMOSTRA: POVOAMENTO β , AMOSTRA 3 (VISTA TERRESTRE).....	137
27	ALVO INSTALADO SOBRE A ÁRVORE CENTRAL DE UMA AMOSTRA: POVOAMENTO β , AMOSTRA 3 (VISTA AÉREA).....	137
28	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA INDICANDO FAIXAS PARCIAIS DE VÔO RESULTANTES DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO: 05.12.1988.....	140
29	ÍNDICE DAS AEROFOTOS PANCROMÁTICAS COLORIDAS (FILME III-A) RESULTANTES DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO, EM 05.12.1988.....	141
30	ÍNDICE DAS AEROFOTOS PANCROMÁTICAS P & B (FILME III - I) RESULTANTES DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO, EM 05.12.1988.....	142
31	AEROFOTO OBLÍQUA RESULTANTE DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE INTERESSE. BRACATINGAS COMPONENTES DO POVOAMENTO γ (FILME III-I): 05.12.1988.....	144
32	FOTOGRAFIA AÉREA REALÇANDO A TURBULÊNCIA PROVOCADA PELA HÉLICE PRINCIPAL DO HELICÓPTERO QUANDO PARADO SOBRE BRACATINGAS COMPONENTES DO POVOAMENTO α (± 180 m): 5.12.1988.....	145
33	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FAIXA DE VÔO RESULTANTE DO QUARTO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO: 15.04.1989.....	152
34	ÍNDICE DAS AEROFOTOS RESULTANTES DE UMA DAS FAIXAS DO QUARTO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO (FILME IV-A), EM 15.04.1989.....	153
35	FOTOGRAFIAS TERRESTRES RESSALTANDO SITUAÇÕES DAS COPAS DAS BRACATINGAS RESPONSÁVEIS POR ERROS NA FOTOINTERPRETAÇÃO (Almirante Tamandaré, "Mato Dentro" - 1988).....	161

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNPF	- Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (EMBRAPA, Paraná)
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMEC	- Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
DSM/UFPR	- Departamento de Silvicultura e Manejo da Universidade Federal do Paraná
EMATER-PR	- Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
FUPEF	- Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITCF-PR	- Instituto de Terras, Cartografia e Florestas do Paraná
IUFRO	- International Union of Forest Research Organization
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
SCAUFR	- Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UFRRPE	- Universidade Federal Rural de Pernambuco
URPFCS	- Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul (EMBRAPA, Paraná)
USP	- Universidade de São Paulo

RESUMO

Fotografias aéreas pancromáticas, coloridas e em preto e branco, de pequeno formato, 35 mm e 70 mm, verticais, nas escalas nominais de 1 : 2.000 e de 1 : 1.000, resultantes de quatro vôos realizados entre 02 de junho de 1988 e 15 de maio de 1989, foram avaliadas para registro e acompanhamento de danos morfológicos em três povoamentos de bracatingas - *Mimosa scabrella*, Bentham -, com idades variando entre 4 e 8 anos. Os povoamentos haviam sido atacados por uma lagarta - fase larval do inseto *Dirphiopsis epiolina* R. Felder, 1874 - com as copas das árvores apresentando, a partir de abril de 1988, danos morfológicos de intensidade variável. No local de estudo, situado em Almirante Tamandaré, Região Metropolitana de Curitiba, com uma área de 31,8 ha, foram estabelecidas 11 amostras fotoidentificáveis, totalizando 3.455,76 m² (314,16 m² por amostra e cerca de 1,1% da área) e 563 bracatingas analisadas inicialmente. Foi possível classificar as copas das bracatingas em cinco diferentes tipos - desde copas sem danos aparentes até aquelas totalmente danificadas ou mortas -, desenvolvendo-se fotointerpretação convencional e verificando-se os resultados com a verdade-terrestre. As aerofotos 35 mm, coloridas, na escala de 1 : 1.000, evidenciaram melhores resultados que as correspondentes na escala de 1 : 2.000, com erros de omissão entre 28,26% (máximo) e 6,67% (mínimo) e, superiores às P & B, nas duas escalas consideradas. Com as aerofotos 70 mm, coloridas, na escala de 1 : 2.000, determinaram-se percentuais de concordância, na fotointerpretação, em relação à verdade-terrestre, superiores àqueles obtidos com as correspondentes 35 mm, coloridas e P & B, bem como foi observada uma menor variabilidade dos erros de omissão. Foi possível concluir que a maior quantidade de bracatingas, até 63,89%, estava concentrada no tipo classificado como fortemente danificada, penúltimo estágio da degenerescência total das bracatingas.

ABSTRACT

Small format aerial photography, 35 mm and 70 mm, vertical, color and black and white panchromatic, in approximate scales of 1 : 2,000 and 1 : 1,000, resulting from four flights made between June 2nd, 1988 and May 15th, 1989, were evaluated in order to record and to follow the morphologic damages in three stands of bracatinga - *Mimosa scabrella*, Benth. -, aged from 4 to 8 years. The stands had been damaged by a caterpillar - larval phase of the insect *Dirphiopsis epiolina* R. Felder, 1874 - and the crowns of trees presented, since April 1988, morphologic damages of variable intensity. In the studied area, located in Almirante Tamandaré, metropolitan area of Curitiba, with 31.8 ha, it was established 11 photoidentifiable circular samples, totalling 3,455.76 m² (314.16 m²/sample and 1.1% of the total area). In the photoidentifiable samples it was considered 563 bracatingas. Using the conventional photointerpretation techniques and field work, it was possible to classify the crowns of the bracatingas in five different types - from crowns without apparent damages to those totally damaged or dead -. The 35 mm color airphotos in the scale of 1 : 1,000 evidenced better results than the ones in the scale of 1 : 2,000, and omission errors between 28.26% (maximum) and 6.67% (minimum) in the two considered scales. Using the 70 mm color airphotos, in the scale of 1 : 2,000, it was found out percentages of concordance in photointerpretation, in relation to field work, higher than those obtained with the 35 mm color and B & W ones, as well as smaller variability of the omission errors observed. It was found out that the largest amount of bracatingas, up to 63.89%, was concentrated in the type classified as severely damaged, penultimate stage of the total degeneration of bracatingas.

1 INTRODUÇÃO

O início do consumo dos recursos florestais, em suas mais diversas formas, principalmente como fonte energética, confunde-se com a origem do homem na Terra. Inicialmente em quantidades pequenas, esse consumo era suprido, sem problemas, pela cobertura vegetal existente nas cercanias do local onde habitava. Porém, com o crescente aumento do consumo, em função do aumento populacional, as reservas próximas foram se esgotando, com a necessidade da busca cada vez maior daqueles recursos, em locais cada vez mais distantes das áreas habitadas.

Verificou-se, então, a necessidade de inventariar os estoques florestais. E, posteriormente, não só recompô-los e manejá-los, como também aumentá-los em níveis que permitissem atender as exigências cada vez maiores do consumo. Com isso foram selecionadas as espécies mais produtivas e implantadas grandes áreas homogêneas com essas espécies.

Contudo, a transformação da vegetação heterogênea primitiva de grandes áreas em florestas homogêneas, com vistas ao aumento do rendimento econômico desses locais, tem acarretado, em todo o mundo, anualmente, danos devastadores à cobertura vegetal dessas áreas; tal se deve principalmente ao desequilíbrio ecológico que aí o corre, surgindo grandes surtos de pragas e doenças causados por diversos agentes daninhos.

Os danos, no caso das florestas, são responsáveis pela perda de milhões de metros cúbicos de madeira por ano, nas mais diversas formas, e constituem um problema que precisa ser constantemente acompanhado. Um problema, comprovadamente, grave. Segundo HELLER et al. (1983, pág. 2269), citando levantamento efetuado pelo "United States Department of Agriculture" - USDA - de 1965, as perdas anuais, em florestas, devido à ação de insetos e doenças, nos Estados Unidos da América do Norte, correspondiam, na época, a uma quantidade igual ao crescimento anual dessas florestas.

As perdas florestais devido aos mais diferentes agentes daninhos são, portanto, grandes; determiná-las apenas por observações terrestres é bastante difícil,

demanda tempo e, conseqüentemente, recursos financeiros elevados. Para monitorá-las têm sido empregados os mais diversos tipos de sensores remotos, em nível orbital e sub-orbital. E, dentre eles, preferivelmente os que forneçam dados adequados quanto ao tempo de obtenção das respostas, à exatidão indispensável ao monitoramento desejado e a custos compatíveis com a finalidade do trabalho.

Basicamente pretende-se, com este trabalho, verificar a adequabilidade do uso das fotografias aéreas verticais de pequeno formato (35 mm e 70 mm), pancromáticas, em preto e branco - P & B - e coloridas, na avaliação e acompanhamento de danos florestais, especificamente em bracatinga - *Mimosa scabrella* Benth - , espécie folhosa, nativa da Região Sul do Brasil e de grande importância econômica, principalmente para pequenos proprietários rurais e pequenas indústrias da Região. Para isso, foi estabelecida uma área de estudo no Município de Almirante Tamandaré, Região Metropolitana de Curitiba, onde se observou, em abril de 1988, que diversos bracatingais apresentavam as copas parcial ou totalmente destruídas.

O trabalho foi desenvolvido a partir de metodologias preconizadas em trabalhos de inventário florestal, especialmente aquelas relacionadas com o emprego de fotografias na avaliação e monitoramento de danos florestais. Esse desenvolvimento fundamentou-se em: 1) informações e registros existentes sobre a área, a essência florestal-alvo e seu manejo e, 2) recursos materiais disponíveis que conduzissem a resultados e conclusões sobre a sua viabilidade. Em função desses aspectos o trabalho foi realizado em diversas fases, resultando, de acordo com os elementos levantados, na metodologia aplicada para atingir os objetivos colimados.

Foi feita uma revisão da literatura pertinente ao problema dos danos florestais, situando-o historicamente, e ao uso das fotografias aéreas convencionais e de pequeno formato no setor florestal, bem como sobre a espécie florestal-alvo e insetos responsáveis por danos de importância na espécie considerada.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar os danos ocorridos e as prováveis alterações posteriores de intensidade e área, em povoamentos de bracatinga no Município de Almirante Tamandaré - PR, mediante interpretação de fotografias aéreas verticais de pequeno formato - 35 mm e 70 mm -, pancromáticas, P & B e coloridas .¹

2.2 ESPECÍFICOS

Verificar qual o tipo de filme pancromático, P & B ou colorido, e quais, entre as escalas 1 : 2.000 e 1 : 1.000 das fotografias aéreas verticais de pequeno formato conduzirão a resultados confiáveis para a detecção do problema em estudo;

Qualificar e quantificar copas de bracatinga danificadas a partir de amostras identificáveis nas aerofotos de pequeno formato;

Analisar o percentual de concordância dos resultados da fotointerpretação em relação à verdade-terrestre, para comprovar a adequabilidade do material fotográfico e metodologia utilizados na avaliação dos danos;

Verificar, com base nas aerofotos de períodos distintos, possíveis alterações na intensidade dos danos e área danificada.

¹ Materiais fotográficos de fácil utilização e disponíveis atualmente no Brasil, considerados sob o ponto de vista de aquisição e processamento.

3 JUSTIFICATIVA

3.1 EM FUNÇÃO DO PROBLEMA SURGIDO

Em abril de 1988 foi observado que diversos povoamentos de bracatinga - *Mimosa scabrella*, Bentham, - situados na Região Metropolitana de Curitiba - PR, mais especificamente nos municípios de Almirante Tamandaré e Colombo, apresentavam-se danificados. Em virtude da concorrência entre plantas e das características próprias da bracatinga verifica-se que, a partir de um certo estágio de seu desenvolvimento surgem, naturalmente, árvores mortas na área, cujo número aumenta com o avanço da idade do bracatingal. O problema surgido, porém, extrapolava os limites da seleção natural característica nos povoamentos dessa espécie, verificando-se um elevado número de plantas mortas ou danificadas. Nestas, as copas estavam sendo destruídas por um inseto desfolhador em sua fase larval.

A bracatinga é uma essência florestal nativa e fonte energética, especialmente para as pequenas indústrias de calcário existentes nos municípios de Almirante Tamandaré e Colombo. As perdas observadas nos talhões passaram a constituir grande preocupação, não só para os potenciais consumidores de sua lenha como, e principalmente, para os pequenos proprietários rurais que a têm como mais uma fonte de renda. Houve, então, na época, a necessidade de identificar, qualificar e quantificar, rapidamente e de forma correta, o agente daninho e seus efeitos, para que ações convenientes pudessem ser desenvolvidas na área.

A inexistência de informações ou de diretrizes em um Instituto de Fomento ou de Pesquisas Florestais, a nível nacional ou regional, capazes de fornecer subsídios à solução do problema surgido, principalmente quanto à caracterização dos danos florestais, identificação dos agentes daninhos e seus inimigos naturais, práticas de avaliação e controle dos danos, constituiu o principal obstáculo. Portanto, sendo

desconhecidas as maneiras para resolver este problema em relação à espécie considerada e o agente causal dos danos e, por não haver registro de ocorrência semelhante em bracatingais na Região, foi necessário adequar soluções capazes de registrar o nível de destruição e avaliar a sua extensão para que os especialistas em proteção florestal pudessem indicar procedimentos para controlar o problema surgido.

3.2 EM VIRTUDE DA SITUAÇÃO DA PROTEÇÃO FLORESTAL NO BRASIL

Em 5 de dezembro de 1941 foi criada a Seção de Proteção Florestal, subordinada ao Serviço Florestal Federal, na época vinculado ao Ministério da Agricultura. Em 29 de dezembro de 1944, com a aprovação do Regimento do Serviço Florestal, aquela Seção passou a ter, entre outras atribuições, a de exercer fiscalização rigorosa no sentido de proteção das florestas do país; de fomentar a cooperação de quaisquer Órgãos Administrativos do país na realização de seus objetivos de proteção e guarda das florestas; estudar insetos, fungos, animais, areias movediças, clima e outros fatores que possam impedir o desenvolvimento das florestas brasileiras (MATTOS, 1953, p. 8-10).

Porém, decorridas quase cinco décadas da criação daquela Seção de Proteção Florestal, pouco se conhece, no Brasil, de uma forma global, sobre os agentes daninhos (especialmente os bióticos), sua importância em função dos estragos que provocam e o volume de danos que acarretam, anualmente, às florestas nativas ou artificiais. Geralmente, o setor florestal toma conhecimento apenas de surtos isolados de pragas e doenças, de maneira quase eventual, e os danos são, normalmente, "estimados" a partir de observações de campo. As comunicações são feitas sem que se realizem levantamentos que quantifiquem adequadamente as áreas danificadas, volume de madeira perdida, etc. Inclusive MATTOS (op. cit., p. 11), comentando

a realidade da Seção de Proteção Florestal naquela época, afirmava:

Registre-se que foi aprovado outro regimento (em 8 de janeiro de 1951), sem ter a Seção de Proteção Florestal a oportunidade de pôr em execução o anterior por lhe faltarem os meios necessários. Infelizmente, pelas medidas de economia em que está empenhado o atual governo, vem sendo esta Seção impedida de cumprir diversas atribuições inerentes à sua especialidade. Num esforço titânico e individual de seus servidores, vínhamos realizando com verdadeiro espírito de sacrifício o que era permitido fazer.

Essa análise parece formulada em nossos dias, resumindo, fielmente, situação similar à que se observa atualmente no setor florestal brasileiro quanto aos danos que ocorrem nas florestas.

SCHÖENHERR (1974, p. 34) sugeriu, de acordo com a experiência alemã, a criação de um serviço federal de reconhecimento de pragas florestais no Brasil. Entre outras vantagens desse serviço estaria a centralização das informações; com isso, seria possível reconhecer rapidamente os danos e identificar os agentes causais, seus parasitóides e predadores, adotando medidas de controle imediatas, evitando que os danos assumissem proporções de epidemia. E, no decorrer do tempo, seriam acumulados conhecimentos detalhados sobre a biologia, áreas de ocorrências e os melhores métodos para seu controle; inclusive ter-se-ia uma visão global do problema, com o levantamento das informações de forma correta, conhecendo-se, exatamente, e não somente por estimativas, a sua extensão no Brasil.

Em 1982, a URPFCS/EMBRAPA (EMBRAPA, 1984) realizou, com a participação de técnicos de diversas instituições de vários estados do Brasil, o VI Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais. Discutiu-se, nesse fórum, a situação da entomologia e patologia florestal no Brasil e, no documento final, recomendou-se (p. 75): a criação de um Grupo de Trabalho de Pesquisa em Entomologia e Patologia Florestal, a fim de coordenar e orientar ações de pesquisa sobre biologia, ecologia e controle de pragas e doenças de essências florestais, bem como promover o intercâmbio técnico-científico entre as entidades envolvidas no setor; enviar

exemplares de insetos florestais identificados e a identificar a um Museu Central; desenvolver metodologias para avaliação do nível econômico de prejuízos e de técnicas de amostragem de pragas e doenças de essências florestais e realizar levantamentos contínuos de pragas e doenças nos povoamentos florestais, avaliando-se o nível populacional e danos, prevendo-se, dessa forma, possíveis surtos.

Pode-se verificar que as sugestões são fundamentalmente semelhantes, pois, efetivamente resultam da constatação do desconhecimento da real situação florestal brasileira.

Por outro lado, o crescimento alarmante das áreas danificadas tem levado algumas empresas do setor florestal (BÖNISH & MOREIRA, 1988, p. 146-148; RIBEIRO et al., 1988, p. 277-281; MAIA, 1988, p. 287) a criar grupos de pesquisa e sistemas de monitoramento dos parasitóides e seus predadores, soluções que atendem, apenas e parcialmente, os casos surgidos em suas áreas. Há, portanto, a necessidade de intercâmbio entre instituições e empresas envolvidas com o setor florestal e, principalmente, de qualificar e quantificar adequadamente os danos, sem o que ações isoladas serão inúteis, ou resolverão somente problemas localizados.

3.3 UMA FERRAMENTA FACTÍVEL PARA ALIMENTAR SISTEMAS DE MONITORAMENTO EM PROTEÇÃO FLORESTAL

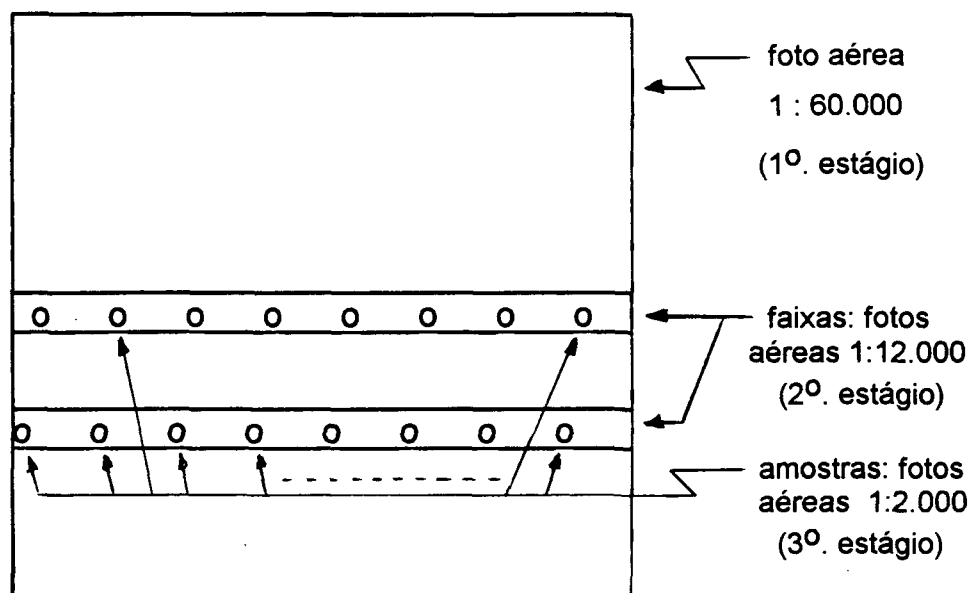
Uma das ferramentas utilizadas, com freqüência, para prover informações corretas e atualizadas ao setor florestal, quanto às pragas e doenças, por Serviços Florestais do Canadá, Estados Unidos e Alemanha, por exemplo, é o sensoriamento remoto. E, dependendo da superfície a ser monitorada e tipo de danos, são utilizados diferentes produtos de diferentes sistemas sensores. Tem-se buscado, contudo,

cada vez mais, técnicas e materiais que forneçam os resultados nos níveis de precisão necessária e a custos compatíveis, pois a repetitividade é fundamental no acompanhamento da dinâmica dos povoamentos florestais, especialmente quanto aos efeitos das injúrias causadas por pragas e doenças.

ALDRED (1971), apud LANGLEY (1975, p. 13), usou fotografias aéreas em escala pequena (menores que 1 : 40.000) e em escala grande para análise de vários estimadores da amostragem estratificada dupla, sendo as primeiras na definição de estratos florestais homogêneos, e as outras para estabelecer unidades amostrais dentro daquelas áreas homogêneas. LANGLEY et al. (1969), apud LANGLEY (op. cit.), usaram fotografias espaciais obtidas da Apollo 9, em escala pequena e fotografias aéreas de pequeno formato (70 mm) em escala grande, para levantamentos de grandes áreas florestais, aplicando amostragem em múltiplos estágios. Com base nos resultados desses trabalhos, LANGLEY (op. cit., p. 14) sugere que sejam utilizadas, em inventários florestais, fotografias aéreas em escala pequena para medições a nível de povoamentos ou para estabelecer estratos homogêneos em áreas florestais extensas e fotografias em escala grande, para medidas mais detalhadas, a nível de amostra ou de árvores individuais.

LANGLEY (1969, p. 1189) apresenta um diagrama que resume a aplicação das fotografias aéreas em três diferentes escalas para inventários florestais por amostragem em múltiplos estágios. Na figura 1, adaptação daquele diagrama, fica evidente a perspectiva de uso do pequeno formato para atualizar as informações da amostragem.

FIGURA 1 - EXEMPLO ESQUEMÁTICO DE AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS
(ADAPTADO DE LANGLEY, 1969, p. 1189)



O uso das fotografias aéreas de pequeno formato e em escala grande, no presente estudo, está embasado principalmente nas observações de LANGLEY (1975) e outros pesquisadores (WILLINGHAM, 1959; ZSILINSZKY, 1963; WEBER, 1965; MURTHA, 1972; HELLER, 1976; MURTHA & McLEAN, 1981; MURTHA, 1981; HARRIS et al., 1983; SPENCER, 1985; DISPERATI et al., 1986) mostrando que se trata de um material fotográfico cuja relação custo/benefício é bem mais baixa que outros, resultantes de outros procedimentos de sensoriamento remoto ou inventários terrestres. Tem-se verificado que o emprego desse tipo de sensor fotográfico é adequado na identificação e avaliação de danos em povoamentos florestais e pode prover, também, como material suplementar, a partir de amos-

tras, informações da área sensoriada a curtos intervalos de tempo, fator básico no acompanhamento de mudanças que ocorrem na vegetação.

Complementarmente, a definição do espaço amostral, para verificação dos dados e monitoramento da área, fundamenta-se nas sugestões de SPURR (1960); LÖETSCH & HALLER (1973); DISPERATI et al. (op. cit.); CAMPOS et al. (1986).

4 OS DANOS FLORESTAIS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

MURTHA (1972, p. 12) define **dano florestal** como qualquer tipo e intensidade de um efeito, sobre uma ou mais árvores, produzido por um agente externo que, temporária ou permanentemente, reduz o seu valor comercial, altera ou suprime a sua capacidade biológica de crescimento e reprodução ou ambos. E, ainda, que os danos em povoamentos florestais podem ser responsáveis por mudanças morfológicas e/ou fisiológicas nas árvores; no primeiro caso, verifica-se uma mudança na forma ou contorno (ou perfil) - por exemplo, um desfolhamento total ou parcial -, dano rápido e facilmente visível, enquanto a mudança fisiológica envolve uma modificação em uma ou em mais de uma das funções da planta, tal como alteração na fotossíntese, crescimento e outras, não podendo ser imediatamente detectada.

Porém, MURTHA (op. cit., p. 12) menciona quatro fatores básicos para que o fotointérprete desenvolva uma identificação mais próxima da realidade, usando fotografias aéreas. Deve conhecer os possíveis agentes daninhos; como a injúria se manifesta na árvore danificada; a resposta espectral do sensor utilizado e a imagem resultante na fotografia aérea. De uma maneira geral, contudo, é possível, muitas vezes, apenas indicar tipos genéricos, sintomas ou categorias de danos, pois diferentes agentes daninhos podem causar danos semelhantes, ou um mesmo agente daninho causar danos com características diferentes, principalmente em áreas diferentes. Portanto, a verdade-terrestre e dados de laboratório, do ponto de vista entomológico, são fundamentais para complementar ou corrigir as informações obtidas das fotografias aéreas.

Os agentes causais podem ser de dois tipos: **bióticos** e **abióticos**; os primeiros são constituídos pelos seres vivos, animais ou vegetais, tais como insetos, fungos, animais domésticos e selvagens, ervas daninhas e parasitas, elevada densidade

de plantas por talhão, etc., enquanto os segundos são aqueles do tipo que provocam injúrias, excluindo os seres vivos (incêndios, agentes atmosféricos como geada, granizo, ventos, fumaça e gases venenosos, secas, inundações, deficiências físicas e químicas do solo). Em certas regiões alguns desses agentes daninhos são mais violentos, outros menos; alguns se manifestam após a ocorrência de outros, devido ao estresse acarretado às árvores pelos primeiros. Tanto os agentes bióticos, como os abióticos, podem causar danos morfológicos ou fisiológicos, em níveis de maior ou menor intensidade; na maioria das vezes, dependem da espécie florestal atingida e das condições atmosféricas do local de ocorrência.

4.1 OS DANOS FLORESTAIS A NÍVEL MUNDIAL (ALGUMAS CITAÇÕES MOSTRANDO A SUA IMPORTÂNCIA E EVOLUÇÃO)

Segundo BLAIS (1960), apud BLAIS (1965, p. 130), danos severos, resultantes de infestações do inseto desfolhador *Choristoneura fumiferana*, Clemens (Lep., Tortricidae) têm ocorrido, por séculos e, talvez, por milênios, em grandes áreas, na parte oriental da América do Norte. Baseado na análise de discos tomados na parte basal do tronco de árvores hospedeiras e não hospedeiras desse inseto, em 102 locais, em uma área de 10.000 milhas quadradas, do Laurentide Park, na região de Quebec, foi possível comprovar, em função do crescimento radial das árvores, a evidência de seis grandes surtos que ocorreram entre 1704 e 1947. O autor menciona que os surtos mais recentes (1910 e 1947) foram, aparentemente, mais severos que os anteriores, evidenciando uma tendência ao agravamento do problema.

KULMAN (1971, p. 289) afirma que os efeitos mais importantes do desfolhamento causado por insetos são a mortalidade, perda de crescimento, atraso no período de rotação e aumento da susceptibilidade a outros agentes daninhos (pra-

gas e doenças); esses tipos de danos são denominados, coletivamente, de redutores de crescimento. Estudos desenvolvidos por MAZANEC (1966), apud KULMAN(op. cit., p. 303), com *Eucalyptus delegatensis* R. T. Baker, na Austrália, indicaram que um desfolhamento moderado provocou uma redução de 89% na madeira formada na época de maior crescimento; embora tenha havido uma boa recuperação da folhagem, ocorreu, no ano seguinte, uma redução de 50% no incremento em diâmetro.

De acordo com HELLER et al. (1955, p. 483), a partir de 1945 surtos de *Dendroctonus frontalis*, Zimm. (Col., Scolytidae) têm sido registrados com crescente freqüência nas florestas de *Pinus spp.* do sudeste dos Estados Unidos da América do Norte. Relatam o que ocorreu entre 1950 e 1951, em que cerca de 80 milhões de pés cúbicos de madeira para serraria e para celulose foram destruídas, como resultado de um surto desse inseto no Estado do Texas; citam, ainda, registros de danos semelhantes nos Estados do Mississippi, Alabama, Tennessee e Carolina do Norte. No caso da espécie *D. frontalis*, em virtude de sua grande prolificidade, ocorrendo de 4 a 6 gerações por ano, verificavam-se novas infestações, em média a cada 6 semanas, sendo necessário um monitoramento constante. Segundo esses autores, os métodos de levantamentos terrestres, empregados isoladamente, são comprovadamente demorados e caros.

Com base em trabalho desenvolvido a partir da detecção de um surto epidêmico de *D. frontalis* em Honduras, iniciado em 1962 e monitorado até 1964, BEAL et al. (1964, p. 32) quantificam os danos florestais em *Pinus spp.* para o período de 1962 a 1964; indicam uma dispersão do inseto em cerca de 70% das áreas florestadas dessa espécie no período considerado, correspondendo a uma perda de 8,5 bilhões de pés cúbicos de madeira de pinus de alta qualidade. Embora houvessem registros anteriores de danos causados por esse mesmo inseto, ocorrido naquele país, em 1939, o surto foi em menor intensidade e declinou no ano

seguinte; a praga, nos três anos da década de 1960 foi, simplesmente, devastadora. Comprova-se, assim, que os novos surtos vêm, sempre, em proporções cada vez maiores.

McMANUS (1978, p. 144) relata que o inseto desfolhador *Lymantria dispar*, L. (Lep., Lymantridae), introduzido acidentalmente no nordeste dos Estados Unidos, em 1869, tem constituído, com o passar dos anos, um problema seríssimo, dispersando-se por todas as regiões daquele país. Verificou-se um explosivo aumento da população, cujo pico ocorreu em 1968 e continuou até 1972, com desfolhamentos severos em dois milhões de acres de florestas do leste dos Estados Unidos.

De acordo com HELLER et al. (1983, p. 2270), por razões econômicas, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, com a finalidade de fornecer informações à proteção florestal, na Europa era bem mais reduzida que na América do Norte e somente na URSS verificava-se uma situação semelhante. Por outro lado, o manejo intensivo, fácil acesso e dimensões das áreas florestais reduziam a necessidade do uso das técnicas e métodos do sensoriamento remoto. Porém, HILDEBRANDT & KADRO (1984, p. 201) mencionam uma grande mudança, com respeito a essa colocação, quanto à Alemanha; segundo esses autores, a partir de julho de 1983, grandes áreas têm sido inventariadas por fotointerpretação, para completar e atualizar a amostragem terrestre, quantificando, principalmente, os danos florestais. Naquele país, o maior agente daninho corresponde aos gases poluentes emitidos pelas indústrias.

4.2 OS DANOS FLORESTAIS NO BRASIL

No Brasil, as espécies florestais nativas são, geralmente, preteridas pelas exóticas, especialmente as folhosas do gênero *Eucalyptus*. Tem-se implantado

grandes áreas florestais contínuas, cujos povoamentos são constituídos, em sua grande maioria, por espécies desse gênero e, em menor escala, por coníferas, particularmente as do gênero *Pinus*.

Atualmente, existem, embora em pequena escala e de forma esporádica, registros de estimativas de danos florestais, principalmente por insetos, e em povoamentos artificiais de folhosas e coníferas, particularmente espécies exóticas. Referem-se, geralmente, àqueles que resultam tanto em danos morfológicos como fisiológicos e, alguns, com bastante intensidade.

Segundo ANDRADE (1961, p. 57), o gênero *Eucalyptus* foi introduzido no Brasil no século XIX, porém, só a partir de 1904 teve sua cultura sistematizada e iniciadas experiências com diversas espécies dessa folhosa, patrocinadas pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no Estado de São Paulo. Seus resultados estimularam a implantação de novas e grandes áreas, não só naquele, como em outros estados brasileiros. Nas primeiras décadas, apenas a saúva e o cupim foram registrados como as principais pragas, acarretando problemas em níveis prejudiciais ao desenvolvimento da eucaliptocultura nacional; controladas, porém, sem grandes perdas, com o uso de produtos químicos. Contudo, segundo CLARK (1972), apud COUTO et al. (1977, p. 9), aproximadamente 5% e 3% do custo de implantação de um eucaliptal são gastos no controle de saúvas e cupins, respectivamente.

Entretanto, a partir de 1948, começaram a ser detectados surtos de insetos desfolhadores. FONSECA (1950, p. 40) cita como primeiro registro de danos em uma espécie florestal no Brasil, de forma arrasadora, aqueles ocorridos no Horto Florestal de Araribá, propriedade da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, situado no Município de Bauru, Estado de São Paulo. Estimou-se visualmente, por observações no campo, que cerca de um milhão de eucaliptos de diversas espécies, correspondendo a 50% do total de árvores plantadas na área, foram fortemente danificados. Independente da altura e idade das plantas (variando entre um mês e quatro anos), o inseto *Thyrintina amobia* Cramer, 1778 (Lep., Geometridae), em sua fase larval, alimentava-se das folhas, destruindo, parcial ou totalmente, as suas copas.

Problema semelhante ocorreu no ano seguinte, no Estado do Rio de Janeiro. SILVA (1949, p. 165-166), acompanhando danos em eucaliptais na localidade de Cuiabá, município de Teresópolis, estimou visualmente no campo que 50.000 árvores, de um total de 104.000 da espécie *Eucalyptus tereticornis* Sm., com 4 anos de idade, foram fortemente atacadas por lagartas de *Sarsina violascens* Herrich Schaffer, 1856 (Lep., Lymantriidae), que não só as desfolhavam, como também destruíam partes de seus ramos. Calculou entre 600 e 800 o número delas por planta (algumas árvores com mais de 1.000 lagartas). Segundo o autor, pelas observações conduzidas no local, o surto em tal intensidade devia-se, provavelmente, à terceira ou quarta geração do inseto, as anteriores passando despercebidas.

Esses dois primeiros registros de danos florestais por desfolhadores, no Brasil, de grande intensidade, estimando-se que cerca da metade das árvores apresentavam-se danificadas em cada área, indicam, também, que as pragas foram controladas usando-se produtos químicos. Ressalte-se, porém, que ocorreram em povoaamentos não muito extensos, cuja incidência, se detectada na fase inicial, pelo monitoramento constante das áreas, não teria atingido os níveis de destruição observados.

Inventários florestais executados no país, em 1966, permitiram constatar a existência de, aproximadamente, 550.000 ha reflorestados. Desse total, 470.000 ha correspondiam a florestas de *Eucalyptus* spp. e 80.000 ha de coníferas, principalmente *A. angustifolia* e *Pinus elliottii*, insuficientes para conter a devastação e atender a demanda da matéria-prima exigida pelas indústrias madeireiras existentes no país (BERUTTI, 1974, p. 4).

Para sanar esse problema grandes áreas de povoamentos puros, principalmente aqueles constituídos por espécies exóticas de rápido crescimento e alta produtividade, predominantemente as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, começaram a ser maciçamente implantados há pouco mais de 20 anos, com o advento dos incentivos fiscais. Segundo SANTOS et al. (1979, p. 58), citando levantamento efetuado pelo IBGE, em 1977 já haviam sido reflorestados, no Brasil, 2.871.898 ha, dos quais 51,44% com eucaliptos. De acordo com CRUZ et al. (1984, p. 105), essa

área atingia, em 1984, cerca de 6.000.000 ha, constituída por *Pinus* e *Eucalyptus*. Em 1987, a área total reflorestada era de 6.600.000 ha, aproximadamente (REZENDE & NEVES, 1988, p. 216). Por serem povoamentos relativamente jovens, só nos últimos anos têm sido detectados os primeiros problemas sérios de danos florestais, causados por insetos e doenças. Sua identificação, avaliação e controle, entretanto, é feita de forma ocasional; ocorrências em uma determinada região muitas vezes são desconhecidas em outras.

Profundo conhecedor dos problemas advindos da destruição da vegetação nativa e implantação de grandes maciços homogêneos, ANDRADE (1939), apud ANDRADE (op. cit., p. 335), comentava:

Embora o Eucalipto seja de notória resistência a pragas e conte, ainda hoje, face aos insetos, reduzido número de inimigos, - mesmo em sua pátria - apesar de datar a sua introdução, em nosso país, mais de 70 anos, tudo nos leva a supor que os depredadores das madeiras indígenas venham a adaptar-se à preciosa essência australiana, ou, pelo menos, a algumas de suas numerosas espécies, diante do desaparecimento de nossas matas e da extensão, cada vez mais considerável, da cultura do eucalipto no Brasil.

Era uma expectativa de quem realmente vivenciava uma situação diariamente e colocada após mais de três décadas de experiências com espécies de eucalipto. Foi complementada pela observação de SANTOS et al. (1979, p. 58) que, quatro décadas depois, afirmava:

.... o estabelecimento de qualquer monocultura gera um ambiente propício à proliferação de pragas e doenças, mormente em se tratando de cultura perene de ciclo rotacional longo. Para o gênero *Eucalyptus* em particular, a situação se torna mais delicada, pois a família *Myrtaceae*, à qual pertence, é largamente distribuída no País. Em razão disso, certas pragas que ocorrem em caráter endêmico em espécies agrícolas dessa família podem constituir sério problema para povoamentos de eucaliptos.

SILVA et al. (1977, p. 2) citam uma infestação de desfolhadores que ocorreu em Coronel Fabriciano - MG -, no mês de junho de 1976, verificando-se dois focos distanciados 2 km um do outro, em uma área aproximada de 80 ha; em setembro do mesmo ano observou-se que a incidência da praga já ocorria em cerca de 300 ha não contíguos, onde as árvores apresentavam-se fortemente desfolhadas, e o inseto, identificado como *Sabulodes caberata* Guenée (Lep., Geometridae), era detectado em uma área com mais de 10 km de raio.

RIBEIRO et al. (1988, p. 268) mencionam surtos de desfolhadores, especialmente de *T. amobia*, ocorridos entre o final da década de 1970 e início da década de 1980, em áreas reflorestadas com *Eucalyptus spp.*, em diversos municípios do noroeste de Minas Gerais e sudeste de Goiás, incluindo florestas do Distrito Federal; cerca de 200.000 ha foram atacados, com danos significativos em, pelo menos, 50% das árvores e com perdas consideráveis em termos de volume de madeira. Uma das medidas adotadas, em virtude da intensidade dos ataques e da superfície danificada, por uma das empresas prejudicadas, a Mannesmann Agro Florestal, foi a criação de um sistema de monitoramento constante das áreas de reflorestamento da empresa, porém, desenvolvido apenas por equipes de campo.

Outra citação mostrando o alarmante avanço dos insetos desfolhadores em espécies folhosas, especialmente em povoamentos de eucaliptos, no Brasil, é aquela descrita por ZANUNCIO et al. (1989, p. 2) e que ocorreu em Minas Gerais. Constatou-se a ocorrência, em 1981, de uma área de 100 ha desfolhada por insetos de *T. amobia*. Em 1983, essa área aumentou para 60.000 ha e, nos anos subsequentes, já se verificava o problema em 400.000 ha, resultando na morte de milhares de árvores dessa essência florestal.

ODA & BERTI FILHO (1978, p. 30) apresentam resultados de trabalho que desenvolveram para quantificação das perdas de incremento anual, em plantios comerciais de *Eucalyptus saligna* Sm., com 2,5 e 3,5 anos de idade, danificados por

lagartas de *T. amobia* e situados em Itatinga e Angatuba, no Estado de São Paulo. Comprovaram que houve variação no incremento volumétrico em função do nível de ataque das lagartas e a perda de incremento volumétrico chegou até 40% em talhões em que a copa foi totalmente destruída.

No caso das coníferas, as ocorrências de danos começaram a ser registradas, porém, em áreas de menores dimensões, principalmente porque também recobrem áreas menores do que as de eucalipto.

O primeiro registro de danos florestais em coníferas, no Brasil, é referente a uma espécie nativa e data de 1952. Ocorreu em plantios jovens de *Araucaria angustifolia* (BERT) O. Ktze., em Itanguá - SP. O mesmo inseto, *Dirphia* (*Phidira*) *araucaria*, Jones 1908 (Lep., Saturniidae), em sua fase larval, foi responsável, posteriormente, por um novo surto em *A. angustifolia*, na Floresta Nacional de Capão Bonito (Capão Bonito/Buri - SP) em que cerca de 100 ha foram severamente atacados, após o terceiro ano de instalação da praga (SCHÖENHERR et al., 1973, p. 161).

Segundo MARTINS et al. (1984, p. 81 e 84) foi constatado, em dezembro de 1982, um surto de desfolhadores em *Pinus patula* Schl. & Cham., no município de Telêmaco Borba - PR -, tendo como principal agente daninho o *Melanolophia apicalis* Warren, 1900 (Lep., Geometridae). O inseto causou, até maio de 1984, desfolhamento em 149,9 ha dos 300 ha de talhões não contíguos acompanhados. Comprovou-se, a partir de observações de campo, que, tanto árvores dominantes, como co-dominantes e dominadas, correspondente a 47,61% daquelas danificadas, morreram após o primeiro ataque.

Em fevereiro de 1988 foi detectado um surto de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hym., Siricidae), vulgarmente denominado de "Vespa-da-madeira", em reflorestamentos de *Pinus taeda* (em proporções alarmantes), na Região Serrana do Rio Grande do Sul. As informações preliminares indicavam a ocorrência dos danos em

diversas áreas nos municípios de Canela, São Francisco de Paula e Cambará do Sul (PEDROSA-MACEDO et al., 1988, p. 14; IEDE et al., 1988, p. 02). Inventários de campo permitiram constatar uma mortalidade de até 240 plantas/ha, em diversos povoamentos com idade média de 17 anos (povoamentos com cerca de 2.500 plantas/ha que não haviam sofrido desbaste). Verificou-se, complementarmente, pelas características das galerias em árvores mortas, uma provável ocorrência do ataque do inseto em anos anteriores. Um manejo adequado ou um monitoramento constante das áreas teria permitido a sua identificação, a tempo de controlar a sua dispersão, que ocorre, de forma natural, a uma taxa de 30 a 50km/ano. Os sintomas, resultantes de danos fisiológicos causados pelo inseto que, em sua fase larval, abre galerias nos troncos, mostravam-se bem visíveis em copas mortas e/ou murchas, bem destacadas das copas de árvores não atacadas. Fotografias terrestres 35 mm, pancromáticas coloridas, tomadas de pontos mais elevados, permitiam delinear claramente as áreas danificadas e constatar que os ataques ocorriam em reboleiras e em focos diversos. No início de 1990, constatou-se um avanço acentuado da praga e a área de dispersão registrada havia atingido o Estado de Santa Catarina. IEDE (1990, p. 1) menciona que, até 20 de agosto de 1990, a ocorrência da vespa-da-madeira já havia sido registrada em 22 municípios do Rio Grande do Sul e 4 municípios de Santa Catarina. É, porém, desconhecida a extensão dos danos, em termos de área e perda de madeira; para o primeiro destes problemas poder-se-ia ter uma resposta rápida e um posterior monitoramento a nível de detalhes usando, possivelmente, as fotografias aéreas de pequeno formato.

No final de 1988 foram observados diversos focos de danos em povoamentos artificiais de *A. angustifolia*, no município de Quedas do Iguaçu - PR. LINGNAU (1990, p. 67) apresenta resultados de trabalho que desenvolveu para avaliação desses danos, em 695 ha de reflorestamentos na área citada. Sobre fotografias aéreas pancromáticas coloridas, 70 mm, e analisando 325 árvores em 12 áreas de treinamento, detectou 6 estágios de danos, de etiologia fúngica; não foi possível, contudo, classificar, exatamente, o agente daninho.

5 A BRACATINGA

Segundo MATTOS & MATTOS (1973, p. 88), Romário Martins, em 1909, procurou despertar o interesse silvícola pela bracatinga, promovendo uma imensa divulgação das qualidades dessa espécie, nativa na Região Sul e parte da Região Sudeste do Brasil. Porém, após uma fase de grande aceitação, a bracatinga caiu no esquecimento.

Posteriormente, de acordo com MAZUCHOWSKI (1988, p. v), a partir de 1930, devido ao grande esforço de popularização da bracatinga, principalmente como opção energética, desenvolvido pela Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado do Paraná, muitos agricultores passaram a cultivá-la. Esse novo ciclo ocorreu, basicamente, em áreas localizadas nas redondezas de Curitiba e em função da possibilidade do aproveitamento energético de sua lenha para uso em fornos domésticos, fomalhas, locomotivas das estradas de ferro, olarias e fundições.

A EMBRAPA (1988, p. 39), com base em recobrimentos aerofotogramétricos, realizados em 1980, que demonstraram a existência de uma área coberta por bracatingais próxima dos 40.000 ha, na Região Metropolitana de Curitiba e municípios vizinhos, fez uma estimativa da existência de 50.000 ha dessa espécie, em 1987, para a mesma Região. Menciona um consumo em torno de 2,44 milhões de metros esteres de lenha, durante o ano de 1987, na Região Metropolitana de Curitiba, especialmente pelas indústrias alimentícias e de calcário. E, para uma produtividade média dos bracatingais, de 22 esteres/ha/ano e corte aos 7 anos, essa área forneceria em torno de 1,10 milhões de metros esteres de lenha, ou cerca de 45% do consumo comercial.

O sistema tradicional de exploração da bracatinga, nessa Região, consiste no corte do bracatingal entre os 6 e os 8 anos de idade, queima dos resíduos vegetais

e plantio de milho e feijão no primeiro ano. Nestas culturas agrícolas os tratamentos resumem-se, em geral, a duas capinas aos 30 e 60 dias depois da semeadura, quando, eventualmente, é feito algum raleio, eliminando-se o excesso de plântulas de bracatinga. Após a colheita do milho e do feijão o produtor não realiza, normalmente, nenhum manejo no bracatingal até a idade de um novo corte.

5.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E NOMES VULGARES

Segundo COSTA (1986, p. 5) e a EMBRAPA (op. cit., p. 1), com base em trabalhos desenvolvidos por HOEHNE (1930), REITZ et al. (1978) e ROTA & OLIVEIRA (1981), a bracatinga, quanto à sua posição na botânica sistemática, nomes vulgares pelos quais é conhecida e seu significado etimológico, apresenta as seguintes características:

Família: Leguminosae

Subfamília: Mimosoideae

Gênero: *Mimosa*

Espécie: *Mimosa scabrella* Benth

Sinônimos: *Mimosa scabrella* G. Benth (Hooker 1842; Martius 1876; Burkart 1948, 1952, 1964)

Mimosa bracaatinga Hoehne (Hoehne 1930)

Mimosa sordida Benth

Mimosa bracaatinga Hoehne, var. *aspericarpa* Hoehne

Mimosa scabrella Benth, var. *aspericarpa* (Hoehne) Burkart

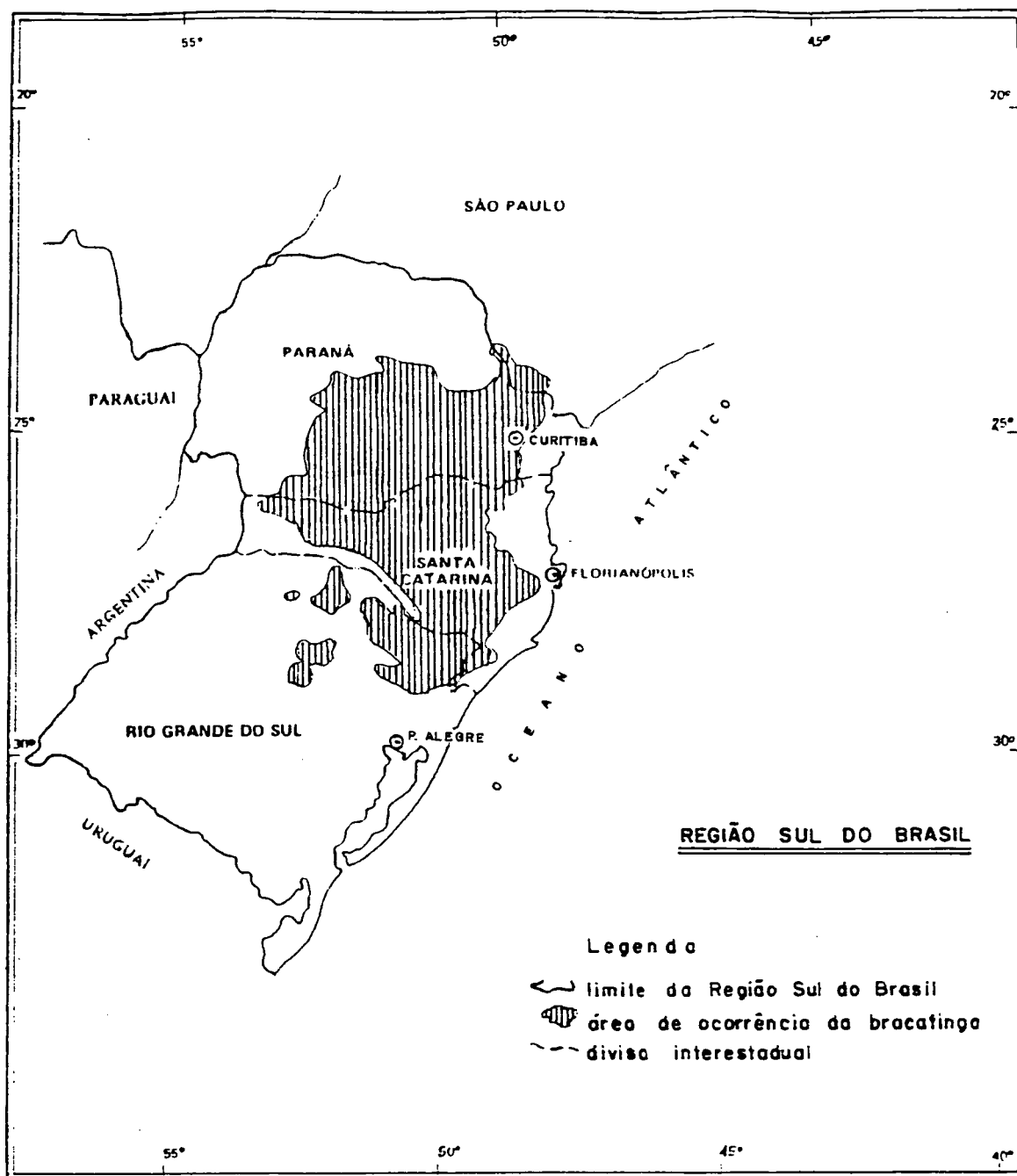
Nomes vulgares: bracatinga, bracaatinga, abracatinga, abraacaatinga, abaracaatinga, bracatinho, paracaatinga, bracatinga-branca, bracatinga-vermelha, bracatinga-argentina, anizeiro (MG), maracatinga (Biguaçu-SC), mandengo (Resende-RJ).

Etimologia: o nome vulgar da bracatinga resulta de seu aspecto quando observada a distância; sua copa apresenta um verde-claro a acinzentado, que contrasta com o verde da vegetação composta por outras espécies. Tem origem indígena e, etimologicamente, deriva da palavra guarani "abaracaatinga", de: aba = muitos; ra = penas ou plumas; caa = árvore ou mata e tinga = branco; significando, então, "árvore ou mata de muitas plumas brancas".

5.2 ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA ESPÉCIE

A bracatinga, essência florestal nativa na Região Sul e em pequena parte da Região Sudeste do Brasil, tem, segundo ROTTA e OLIVEIRA (1981, p. 1, 13), sua área de distribuição compreendida entre os paralelos 23° 50' S e 29° 40' S e entre os meridianos 48° 30' WGr e 53° 50' WGr, freqüentemente em locais com variações de altitude entre 500 e 1.500 m. A figura 2 apresenta a área de dispersão natural da bracatinga. É, eventualmente, encontrada vegetando, também, em outras regiões (pequenas áreas sem grande significado econômico) e em locais da Região Sul com altitudes inferiores a 500 m, como em SC, nos Municípios de Brusque (46 m de altitude) e Três Riachos (entre 5 m e 100 m de altitude), este próximo do mar.

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA MAIS EXPRESSIVA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA BRACATINGA



Fontes: ROTTA & OLIVEIRA, 1981, p. 12.

EMBRAPA, 1988, p. 6

MATTOS & MATTOS, apud COSTA (op. cit., p. 8), em observações desenvolvidas em SC, verificaram que a bracatinga pode suportar temperaturas de até - 10^o C, sem problemas para o seu desenvolvimento. Ressaltam, também, o elevado grau de resistência da espécie a períodos de seca. VÁSQUEZ (1987, p. 92) salienta, porém, que, em experimento desenvolvido no Município de Piraquara, Região Metropolitana de Curitiba, geadas ocorridas nos meses de junho, julho e agosto de 1984 afetaram, drasticamente, bracatingas com cerca de um ano de idade, causando a morte de algumas.

5.3 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

A bracatinga é uma espécie pioneira, arbórea, de rápido crescimento e compõe povoamentos que resultam, geralmente, da regeneração natural via sementes. A quebra de dormência das sementes é induzida pela queima dos resíduos florestais após derrubada das árvores. Nesse sistema desenvolve-se, inicialmente, com uma elevadíssima densidade por hectare - segundo a EMATER-PR (1989, p. 2), até 60.000 plantas/ha - havendo, porém, com o passar dos anos, uma seleção natural, em virtude da competição entre plantas. Tratando-se de uma espécie heliófila, altamente exigente quanto à insolação, a concorrência entre os indivíduos, dentro dos talhões, acarreta a morte daqueles que tiverem o desenvolvimento retardado - geralmente aos cinco anos de idade resulta uma densidade entre 2.000 e 4.000 plantas/ha (EMBRAPA, op. cit., p. 12). Porém, aquelas plantas de crescimento inferior competem com as de corte final, durante vários anos, por água, nutrientes e luz, prejudicando-as em termos de crescimento e produtividade.

REITZ et al. (1978), apud FONSÊCA (1982, p. 6), mencionam que, em condições naturais, as árvores podem atingir 20 m ou mais de altura e DAP entre

40 e 50 cm. Normalmente, nos primeiros 10 anos constituem o estrato dominante, e dão a impressão de que se trata de agrupamentos puros, quando observadas em fotografias aéreas ou de pontos mais elevados. A figura 3 permite a visualização dessa característica da espécie, observada em povoamentos de diferentes idades.

FIGURA 3 - VISTA AÉREA DE POVOAMENTOS DE BRACATINGA EM DIFERENTES IDADES

(Cortesia: DISPERATI et al., 1986, p. 81)



I - classe de idade
até 2 anos

II - classe de idade
entre 2 e 4 anos

III - classe de idade
acima de 4 anos

FONSECA (op. cit., p. 5), citando WAHNSCHAFTE (1934), salienta que o ciclo de vida da bracatinga está entre os 10 e os 12 anos, idade a partir da qual as árvores secam e ocorre a rápida deterioração de sua madeira. E, ainda, que trabalhos posteriores conduzidos por FERRAZ & FONSECA (1980), confirmam o curto ciclo de vida dessa espécie. Estes autores, estudando o padrão de crescimento da bracatinga, pela análise da densidade dos anéis, através de radiação gama, verificaram que ela apresenta um rápido crescimento nos primeiros 5 a 6 anos, atingindo, depois, um nível de lento crescimento por mais 4 a 5 anos; e, a partir daí, entra em uma fase de declínio vital.

Segundo INOUE et al. (1984, p. 38-40), a bracatinga é árvore de rápido crescimento, cujas formas do tronco e copa podem variar de acordo com o local em que vegeta. Em maciços, apresenta tronco alto e esbelto, em função da boa derrama natural, porém fino (com DAP entre 10 a 20 cm), às vezes reto, formando copa alta e muito reduzida (em torno de 1,5 m) e geralmente umbeliforme (Figura 4-A). Crescendo isoladamente, seu tronco é curto (1 a 3 m) e grosso (o DAP pode alcançar 40 a 50 cm), com ramificação irregular, ascendente, e sua copa pode atingir 10 m de diâmetro, apresentando forma arredondada, tendendo à flabeliforme com a idade (Figura 4-B). Tronco de secção cilíndrica a ovalada. Casca áspera, com separação em pequenas escamas, marrom-acastanhada quando jovem, passando a acinzentada com o crescimento, podendo apresentar-se totalmente escura ou negra, devido à presença de fungos, especialmente a fumagina. Ramificação simpodial e densa, constituída de ramos pilosos, ligeiramente avermelhados ou pardos.

FIGURA 4 - FORMAS DA COPA E DO TRONCO DA BRACATINGA QUANDO VEGETANDO EM DIFERENTES LOCAIS



4-A: em maciços



4-B: isoladamente.

Árvore perenifólia, apresenta folhas compostas, alternas, espiraladas, bipinadas, paripinadas; com 5 a 7 pares de folíolos herbáceos, oblongo-elípticos ou lineares, densamente tomentosos por pelinhos estrelados em ambas as faces, mais na inferior do que na superior, resultando um tom verde mais escuro na face superior. Suas flores apresentam-se em capítulos pedunculares, esféricos ou elípticos, 1 a 3 por nó, axilares ou terminais com estames amarelados. Os frutos são do tipo lomento, oblongo-linear, achatado, séssil, obtuso, com articulações caducas e deiscentes, pericarpo subcoriáceo, liso por dentro e fino ou grosseiramente verrugoso, estrelado-tomentoso; contêm 3 a 5 sementes, ovais, achatadas, duras, escuras e com 5 mm a 6 mm de comprimento.

Sua folhagem constitui o elemento que caracteriza seu nome científico quanto à espécie; a denominação *scabrella*, que significa "asperazinha", deve-se aos pelos curtos e estrelados existentes nos folíolos, tomando-os ásperos ao tato.

A bracatinga floresce entre os meses de maio e setembro, podendo sua floração estender-se até novembro, enquanto apresenta frutos maduros no verão, entre novembro e fevereiro. Em função dessas variações fenológicas, a observação de bracatingais à distância, tanto terrestre como aérea, permite constatar que, durante o ciclo vegetativo de um ano, se verificam diferentes tonalidades nas copas das árvores.

5.4 FUNÇÃO ECONÔMICA DA BRACATINGA

Com período de rotação situado em torno dos 7 anos, principalmente nas pequenas propriedades rurais, onde constitui exploração extrativista de grande importância econômica, caracteriza-se pelo elevado potencial como fonte energética; na forma de lenha ou carvão vegetal, em virtude de seu alto poder calorífico e baixa

quantidade de fumaça quando da queima, é utilizada para alimentar fornos caseiros ou de pequenas indústrias. Tem sido empregada, também, na obtenção de etanol e gasogênio, substituindo outros combustíveis.

Florescendo no período do inverno é considerada planta melífera de alto valor, pois, além de viabilizar a manutenção dos enxames em época de carência alimentar, possibilita, também, a produção de mel em período de entressafra desse produto.

Como toda leguminosa, apresenta a característica de fixação do nitrogênio atmosférico; em virtude disso, de seu rápido crescimento, mesmo em solos fracos e deposição de grandes quantidades de matéria orgânica, tem sido utilizada na conservação e/ou na recuperação de solos degradados, melhorando, assim, as qualidades físicas e químicas desses solos.

Em povoamentos adequadamente manejados, sua madeira pode ter outras finalidades de maior valor econômico. É usada na construção civil (como escora para armação de formas de concreto, e vigamento de telhados), marcenaria, fabricação de tacos, pisos, embalagens, chapas de aglomerados, compensados tipo miscelânea, etc. ASSIS et al. (1971, p. 75), comentando os resultados de trabalho desenvolvido nas Indústrias Kraft de Papel e Celulose S/A, em Monte Alegre - MG, sugerem a possibilidade do uso de até 10% de bracatinga na fabricação da pasta mecano-química, componente do papel jornal, substituindo parcialmente o eucalipto; e, ainda, a perspectiva do uso de um percentual maior quando a pasta for utilizada para fabricação de papéis ou papelões para embalagens. Esse uso é reforçado por CAMPOS & BAUER (1985), apud VASQUEZ (op. cit., p. 24), que a indicam, também, para produção da polpa a ser empregada na fabricação de papel de impressão e escrita.

COSTA (op. cit., p. 1-2), com base nas características da bracatinga (rápido desenvolvimento, rusticidade, alto potencial energético, etc.), aliada à crescente

demanda por madeira do tipo dessa espécie, principalmente como fonte energética, afirma que tenderão a crescer as áreas onde serão implantados novos bracatingais. Especificamente na área de estudo, entretanto, tem-se verificado justamente o inverso. Segundo informações de proprietários rurais da localidade, um dos fatores responsáveis por isso, no último ano, foi o prejuízo causado pela crescente quantidade de árvores mortas, acentuada pelo recente surto de uma lagarta desfolhadora. Independentemente desse fato, junto com a pulverização das propriedades rurais no município de Almirante Tamandaré, observações conduzidas por LIMA (1990) têm mostrado, nos últimos anos, a substituição crescente de bracatingais por áreas hortícolas, quando próximas da zona urbana, ou por áreas de pastagens, em locais mais afastados.

5.5 ALGUNS ASPECTOS DA ENTOMOFAUNA DA BRACATINGA

Diversos trabalhos relacionam as espécies de insetos encontradas em povoamentos de bracatinga, fazendo desta essência florestal seu hospedeiro eventual ou preferencial. Os levantamentos realizados nesses trabalhos indicam que a maioria delas, embora componente da entomofauna, não lhes causa danos significativos, enquanto poucas são citadas como pragas potenciais da bracatinga. Segundo a EMBRAPA (op. cit., p. 47), a explicação para o pequeno número de espécies de insetos consideradas como pragas dessa essência florestal deve-se, provavelmente, ao seu sistema de manejo; o sistema tradicional usado implica na coexistência, em uma mesma área, de talhões de diferentes dimensões, de idades diversas e sub-bosque heterogêneo, intercalados por áreas agrícolas, conservando, em certo grau o equilíbrio do ambiente.

IEDE (1981, p. 91-102) menciona, com base em revisão de literatura e observações pessoais, alguns aspectos sobre a biologia, danos, controle, inimigos naturais e distribuição geográfica de vinte e sete espécies, classificadas em onze famílias e cinco ordens de insetos que ocorrem em povoamentos de bracatinga; ressalta que poucos trabalhos foram desenvolvidos sobre o assunto, destacando aquele realizado por PEDROZO (1980) sobre o *Oncideres impluviata* Germar, 1824 (Col., Cerambycidae) - "serrador" - e citando este inseto como sendo, provavelmente, um dos principais insetos-praga da bracatinga.

COSTA (op. cit., p. 10, 13, 215), citando trabalhos de diversos autores, menciona que levantamentos sobre a entomofauna associada a bracatinga, embora ainda restritos quanto a bioecologia e sua adaptação ou relacionamento com seu nicho ecológico, indicam a existência de trinta e cinco espécies, distribuídas em treze famílias e cinco ordens de insetos. Complementarmente, como resultado de pesquisa desenvolvida no Distrito de Tanguá, município de Almirante Tamandaré, o autor relata que, no ecossistema constituído pela bracatinga, naquela área de estudo, foram observados insetos de duzentas e sessenta e uma espécies, pertencentes a noventa e três famílias e quatorze ordens.

5.5.1 Insetos identificados nos bracatingais, no Estado do Paraná, responsáveis por danos de importância econômica

A EMBRAPA (ibid., p. 46-48) destaca, em função de pesquisas desenvolvidas e intensidade dos danos observados, quatro espécies de insetos que podem ser consideradas como pragas ou potenciais pragas mais importantes da bracatinga; em virtude de coincidirem com algumas daquelas relacionadas pelos autores mencionados anteriormente, serão citadas a seguir, dando-se uma breve descrição

de suas características, danos que provocam às plantas, intensidade de ataque e possível controle.

Deve-se, porém, enfatizar que, em nenhum dos trabalhos realizados, se fez uso de fotografias aéreas para caracterizar, avaliar ou acompanhar os danos que os insetos acarretam à *M. scabrella*.

A- *Ceroplastes confluens* Cockerell & Tinsley, 1897 (Hom., Coccidae) - espécie de insetos encontrada, normalmente, nos ramos, onde sugam a seiva da planta; vulgarmente conhecidos como "cochonilha de cera", em função da fêmea, na fase adulta, apresentar o corpo revestido por uma camada de cera, de coloração amarelada. Seu ataque acarreta danos à bracinga, de bastante intensidade, em virtude do grande número de insetos por árvore, podendo causar sua morte; ocorre em pequenas reboleiras e, no início do ataque, pode ser controlada pela poda e queima dos ramos afetados, enquanto, em uma fase mais adiantada e/ou em grandes proporções, recomenda-se o uso de inseticidas sistêmicos.

B- *Tachardiella* sp. (Hom., Lacifferidae) - insetos sugadores que se caracterizam pela fêmea adulta possuir o corpo revestido por espessa camada de laca, de forma globosa, um pouco achatada e de coloração pardo-avermelhada, com filamentos brancos. Localizam-se em grande quantidade nos ramos da árvore, enfraquecendo-a, por sugar-lhe a seiva, e prejudicando, também, a respiração e transpiração da planta, podendo causar sua morte quando a infestação é elevada. Embora poucas árvores sejam afetadas, nestas, os danos são intensos, em função da alta concentração populacional do inseto por planta; em povoamentos extensos, o percentual de perda não é significativo, dispensando-se o seu controle, porém, em pequenas áreas, recomenda-se o corte e queima dos ramos atacados.

C- *Hylesia* sp. (Lep., Hemileucidae) - são mariposas que têm, na fase adulta, o corpo coberto de pelos de coloração geral negra, com alguns deles alaranjados nas laterais do abdômem; com envergadura de 4,0 cm a 4,5 cm, apresentam antenas

pequenas e asas de cor cinza-escuro. Realizam a postura de ovos às centenas, sobre as folhas e/ou os galhos da bracatinga, em ootecas de coloração marrom-claro. É na fase larval que estes insetos causam danos à planta. De acordo com IEDE et al. (1983b), apud COSTA (ibid., p. 12), essa fase tem duração de sessenta e quatro dias; devido a esse longo período, o inseto necessita de grande quantidade de folhas para se alimentar. As lagartas, no último instar, têm comprimento entre 4,0 cm e 4,5 cm e coloração cinza-escuro, com fileiras de cerdas longas. Formam uma espécie de cartucho, com fios de seda e folhas da planta, onde vivem às centenas; os efeitos de seus danos aparecem na destruição das folhas mais velhas e brotações, das quais se alimentam. No seu controle, tem sido utilizado o inseticida biológico *Bacillus thuringiensis*.

D- *Oncideres impluviata* Germar, 1824 (Col., Cerambycidae) - constitui, provavelmente, a espécie associada à bracatinga cujos estudos foram realizados em maior profundidade. Os insetos classificados nessa espécie, conhecidos vulgarmente como "serrador", são besouros de corpo cilíndrico e coloração castanho-avermelhada. As larvas são ápodas, esbranquiçadas, do tipo vermiforme. Os adultos alimentam-se da casca dos ramos mais novos e dos brotos, cujo tecido é tenro. Para efetuar a postura, as fêmeas, ajudadas pelos machos, seccionam a casca e o lenho, pois, para criar a prole, necessitam de madeira cheia de seiva, porém, recém-amortecida. A figura 5 caracteriza o dano provocado pelo inseto em um ramo de *M. scabrella*. PEDROZO (1980, p. 62, 65) fez observações em povoa-mentos de bracatinga no distrito de Tanguá, em Almirante Tamandaré, acompanhando o ciclo do *O. impluviata*, no período de agosto/78 a novembro/79. Relata que, no primeiro ataque, em um talhão de três anos de idade, registrou-se uma perda de cerca 34,10% das folhas da copa e uma percentagem média de ataque, por hectare, da ordem de 33%; e que, em talhões com mais de cinco anos de idade, um elevado número de árvores perderam mais da metade de suas copas,

havendo casos de perda total. Segundo COSTA (op. cit., p. 214), como resultado de pesquisa desenvolvida no município de Almirante Tamandaré, de abril de 1983 a setembro de 1984, em talhões de bracatinga com idades entre dois e oito anos, verificou-se uma maior incidência do "serrador" no período de novembro até a primeira quinzena de janeiro, com um pico na primeira quinzena de dezembro; e que plantas com idade de seis anos foram as preferidas pelo inseto para corte de ramos, constituindo, esta, a idade crítica em virtude da infestação. Recomenda-se, para o seu controle, a apanha e queima dos galhos cortados, ou, quando factível, o corte do bracatingal entre o quinto e o sexto período vegetativo, interrompendo-se, assim, o ciclo biológico do inseto.

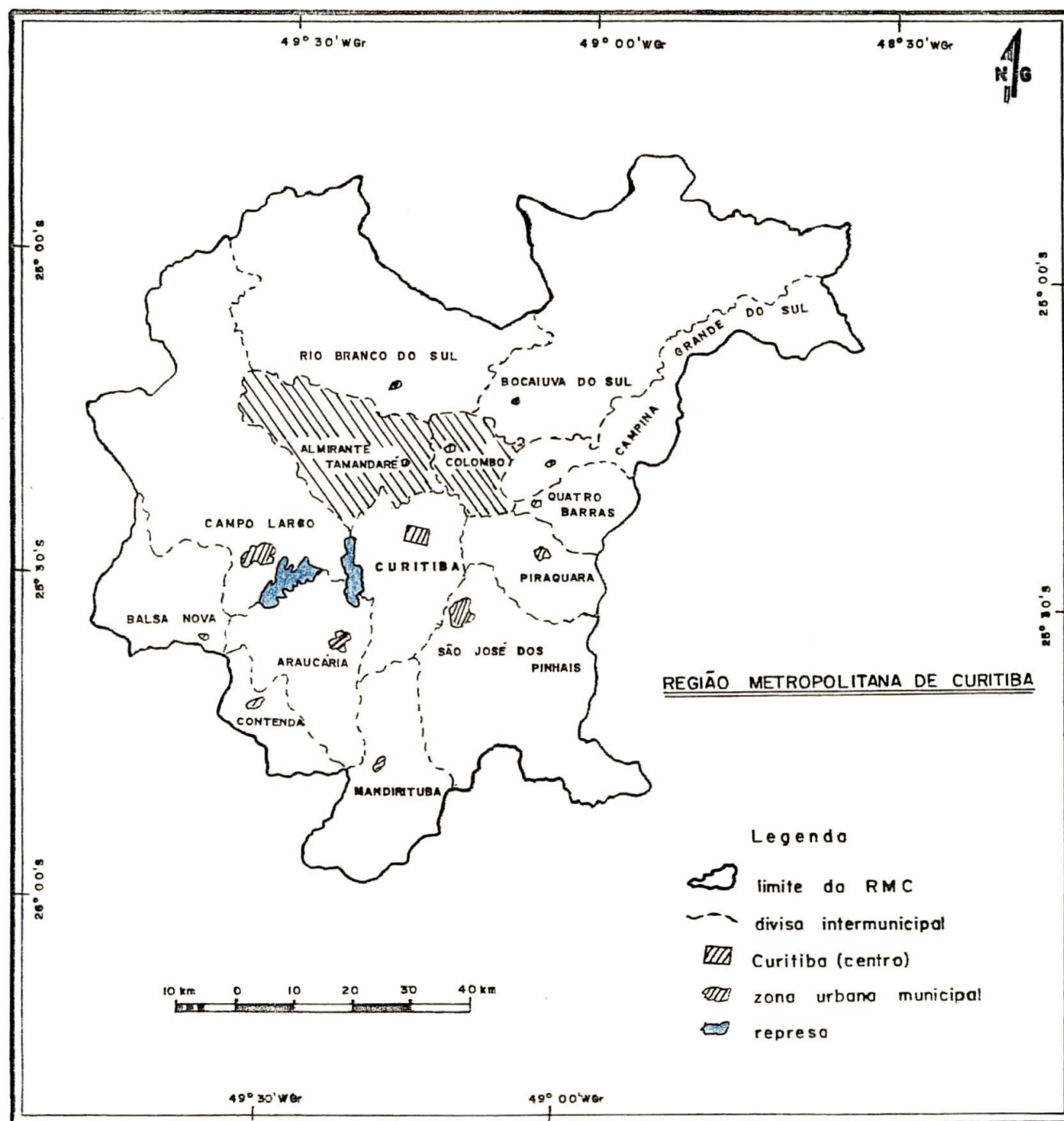
FIGURA 5 - ASPECTO CARACTERÍSTICO APRESENTADO POR UM RAMO ATACADO PELO "SERRADOR" (Almirante Tamandaré - 1988)



5.5.2 A ocorrência do *Dirphiopsis epiolina* R. Felder, 1874 (Lep., Saturniidae) como praga da bracatinga

Nos municípios de Almirante Tamandaré e Colombo, componentes da Região Metropolitana de Curitiba (Figura 6), verificou-se, no outono de 1988, um súbito e devastador desfolhamento em diversos povoamentos de bracatinga. A folhagem, independente da posição dos ramos nas copas e das alturas das árvores, eram devorados por lagartas que deixavam, na maioria delas, somente os ramos e os brotos.

FIGURA 6 - MAPA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, COM INDICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM QUE FOI DETECTADO O INSETO DESFOLHADOR



FONTE: MAPA DO ESTADO DO PARANÁ, ITCF, 1988

Detectado o problema, por observação terrestre, estimou-se uma população de 60.000 pupas por hectare e a ocorrência de um primeiro ataque no período vegetativo 1986/1987 (PEDROSA-MACEDO et al., 1988, p. 16). Verificou-se, então, que era indispensável um acompanhamento mais abrangente, para avaliação, em termos de área e diferentes níveis de danos; havia necessidade de respostas rápidas, com respeito à extensão dos danos e área atingida, bem como um acompanhamento constante para determinar se a praga estava evoluindo e, em caso positivo, como isso ocorria.

A lagarta, não urticante, de coloração verde (Figura 7-A), foi, posteriormente, identificada pelo entomologista Olaf Mielke, da UFPR, como a fase larval do inseto *Dirphiopsis epiolina* R. Felder, 1874 (Lep., Saturniidae); embora conhecida desde 1874, não é citada como praga de nenhuma espécie vegetal. Inclusive COSTA, op. cit., que realizou levantamentos quinzenais da entomofauna associada à bracatinga, em três povoamentos com idades de 8, 42 e 60 meses, no Município de Almirante Tamandaré, de abril de 1983 a setembro de 1984, não faz qualquer citação sobre a existência desse inseto no local.

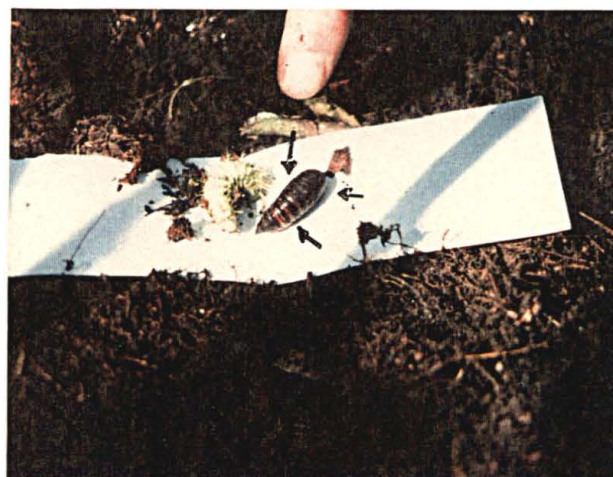
Atingindo o último ínstar há migração da lagarta para a base da mesma árvore onde se desenvolveu, a fim de empupar; nesta fase, as pupas (Figura 7-B) permanecem no substrato do solo, a alguns centímetros de profundidade (em torno de 5 cm), e não muito longe da base da planta de onde migraram, conseguindo, com isso, proteção e umidade suficiente para completar o ciclo biológico. Os adultos são mariposas (Figura 7-C), cuja emergência, em campo, ocorre entre o início de dezembro e o final de janeiro, atingindo o acme geralmente no final do mês de dezembro; os machos têm, em média, 3,9 cm de comprimento e 6,5 cm de envergadura e as fêmeas são um pouco maiores, com 4,5 cm de comprimento e 7,3 cm de envergadura, em média. Possuem o aparelho bucal atrofiado e não se alimentam. Nessa fase do ciclo biológico têm, como única função, a da reprodução,

FIGURA 7 - FASES DO INSETO *Dirphiopsis epiolina*

7-A: LAGARTA

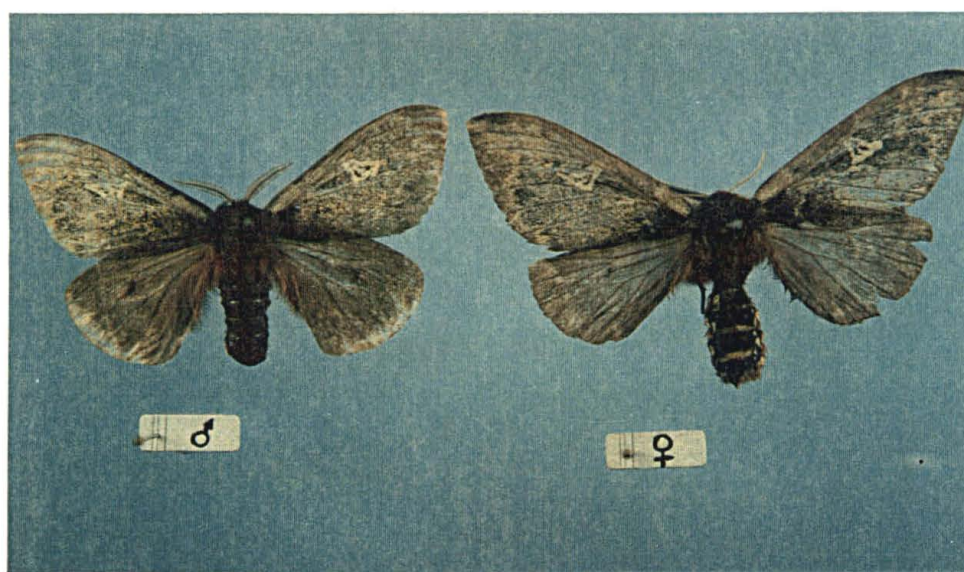


7-B: PUPA



-----X-----X-----

7-C: ADULTO*



* Cortesia: PEDROSA-MACEDO, 1989.

a fim de perpetuar a espécie. A fêmea realiza a postura em ramos e/ou folhas da bracatinga, sem preferência de altura, ocorrendo a eclosão das larvas entre o final do verão e o início do outono, reiniciando-se um novo ciclo. Constatou-se apenas uma geração anual e a duração da fase larval parece depender da quantidade de alimento disponível, empupando, sem passar por todos os ínstares, quando há escassez.

Observou-se, na área, a existência de alguns agentes controladores da população do *D. epiolina*. Entre os agentes **abióticos** como vento, sol, chuva, frio, entre outros, parece ser a geada o mais relevante, na fase larval, pois, a sua ocorrência acarretou a morte de grande quantidade de lagartas, porém, aparentemente, não afetando as pupas; entre os agentes **bióticos** destacaram-se algumas espécies de dípteros que parasitaram ovos e pupas, verificando-se, também, em maio de 1988, uma elevada mortalidade de lagartas infectadas por um vírus não identificado (PEDROSA-MACEDO et al., op. cit.).

Geralmente, os danos, em florestas, têm efeitos sérios e duradouros. Podem prejudicar ou impedir o desenvolvimento das árvores durante muitos anos. Conseqüentemente, muitas das perdas resultantes são irrecuperáveis, principalmente em espécies de ciclo curto, como a bracatinga.

Do ponto de vista econômico, o *D. epiolina* representa um problema grave, pois, desfolhando a bracatinga em um período de desenvolvimento vegetativo, prejudica a fotossíntese; alterando suas funções biológicas, acarreta a redução do seu crescimento, floração e a produção de sementes, estas vitais na regeneração dos povoamentos na forma tradicional adotada no local; favorece, também, o aumento de outras espécies em detrimento daquela e, conseqüentemente, a produtividade do bracatingal.

6 A FOTOGRAFIA AÉREA NO SETOR FLORESTAL

As fotografias aéreas começaram a ser empregadas, como uma ferramenta auxiliar no setor florestal, no final do século XIX, aproximadamente três décadas após a construção da primeira câmara fotogramétrica. E, segundo SPURR (1954, p. 551), o trabalho pioneiro foi desenvolvido em 1887, na Alemanha, por um profissional florestal que, de um balão, inflado com ar quente, usado como plataforma, fotografou diversos povoados compostos por espécies florestais diversas. Embora sem um adequado controle de escala, foi possível identificar, facilmente, as espécies ali existentes. Esse trabalho pioneiro foi seguido por outros, em 1892 e 1893, naquele mesmo país (SPURR, 1956, p. 3). Porém, sua utilização efetiva no setor florestal só tomou algum impulso no início deste século, quando começou a ser usado o avião, como plataforma de tomada; e houve grande expansão depois da I Guerra Mundial, como resultado da divulgação dos conhecimentos militares adquiridos quanto às técnicas e materiais disponíveis.

As fotografias aéreas passaram, então, a ser utilizadas em larga escala para inventários no setor florestal, principalmente em grandes áreas cobertas por florestas nativas ou plantadas; quer em uma fase preliminar de reconhecimento, para classificação dos maciços florestais, quer para confecção e atualização de mapas, detecção, avaliação e monitoramento de danos. Basicamente, em função das grandes dimensões e topografia acidentada das áreas de florestas, e períodos de exploração relativamente longos, quando comparados, por exemplo, com culturas agrícolas, reforçaram a expansão do seu uso no setor florestal (SANWALD & REICHERT, 1980, p. 642-644).

Há algumas décadas, pesquisadores apresentam resultados de trabalhos comprovando que a utilização das fotografias aéreas, obtidas em diferentes alturas de vôo e com diferentes materiais e câmaras fotográficas, é de grande importância no setor florestal.

Os mais diversos tipos de sensores remotos (orbitais e sub-orbitais) têm sido utilizados para monitorar superfícies cobertas por florestas artificiais ou naturais. De acordo com SCHULER & DISPERATI (1988, p. 628), para grandes áreas a cobertura florestal pode ser monitorada com frequência, acompanhando-se suas variações com o auxílio de imagens orbitais; e, ainda, que no Brasil, alguns pesquisadores (HERNANDEZ FILHO et al., 1978; ASPIAZÚ & RIBEIRO, 1978; COUTO et al., 1978; AOKI, 1984) realizaram trabalhos analisando as características espectrais, espaciais e temporais dessas imagens, concluindo pela sua adequabilidade para identificação de espécies e para acompanhar variações macro nos povoamentos, em termos de limites, danos, regenerações, crescimento, etc. Portanto, verifica-se que, dependendo do tipo e do nível da informação desejada, as imagens de satélite são adequadas para fornecê-la.

Em outros trabalhos, entretanto, foi constatado que as fotografias aéreas de grande altitude são, muitas vezes, necessárias para obter as informações requeridas, devido às melhores resoluções espectral e espacial desse material, quando comparado com as imagens de satélite (HELLER, 1976, p. 47). OLSON Jr. (1987, p. 126) e OSLIN & HILL (1987, p. 131), por exemplo, comprovaram a aplicabilidade das fotografias aéreas de alta altitude para mapeamento de tipos de cobertura vegetal e melhoria da interpretação de imagens orbitais. Seus trabalhos foram desenvolvidos com base em aerofotos do "National High Altitude Photo Program", dos Estados Unidos, que cobriam áreas de 21,8 e 1.085 milhas quadradas, respectivamente.

Verifica-se, então, que as imagens orbitais ou fotografias em escala pequena que cobrem grandes áreas, obtidas a partir de satélites ou aeronaves usadas como plataforma, são indicadas para trabalhos no setor florestal, quando áreas de grandes dimensões devem ser inventariadas e/ou monitoradas.

Quando se trata, porém, de áreas florestais pequenas, amostras ou árvores

individuais, em que se deseja obter informações a nível de detalhes, tem-se verificado que as fotografias aéreas tomadas a baixa altitude, ou em escala grande, são as mais indicadas (LANGLEY, 1969, p. 1189; MURTHA, 1972, p. 13-15; LANGLEY, 1975, p. 13-14; HELLER, 1976, p. 37-50; MURTHA, 1976, p. 385-395; MURTHA, 1981, p. 10-19; CIESLA et al., 1982, p. 721).

6.1 FILMES FOTOGRÁFICOS

Os filmes fotográficos são detectores capazes de registrar, em função da quantidade de radiação eletromagnética ou exposição que recebem, as imagens de objetos situados à frente de uma câmara escura, equipada com um sistema ótico, composto por uma ou mais lentes. Esses detectores são constituídos, basicamente, por uma emulsão simples ou complexa, sensível à luz, sobre uma base de acetato de celulose ou poliéster; sob esta, existe uma camada anti-halo, para absorver alguma radiação que passe por ela, evitando sua reflexão, que sensibilizaria, novamente, a emulsão.

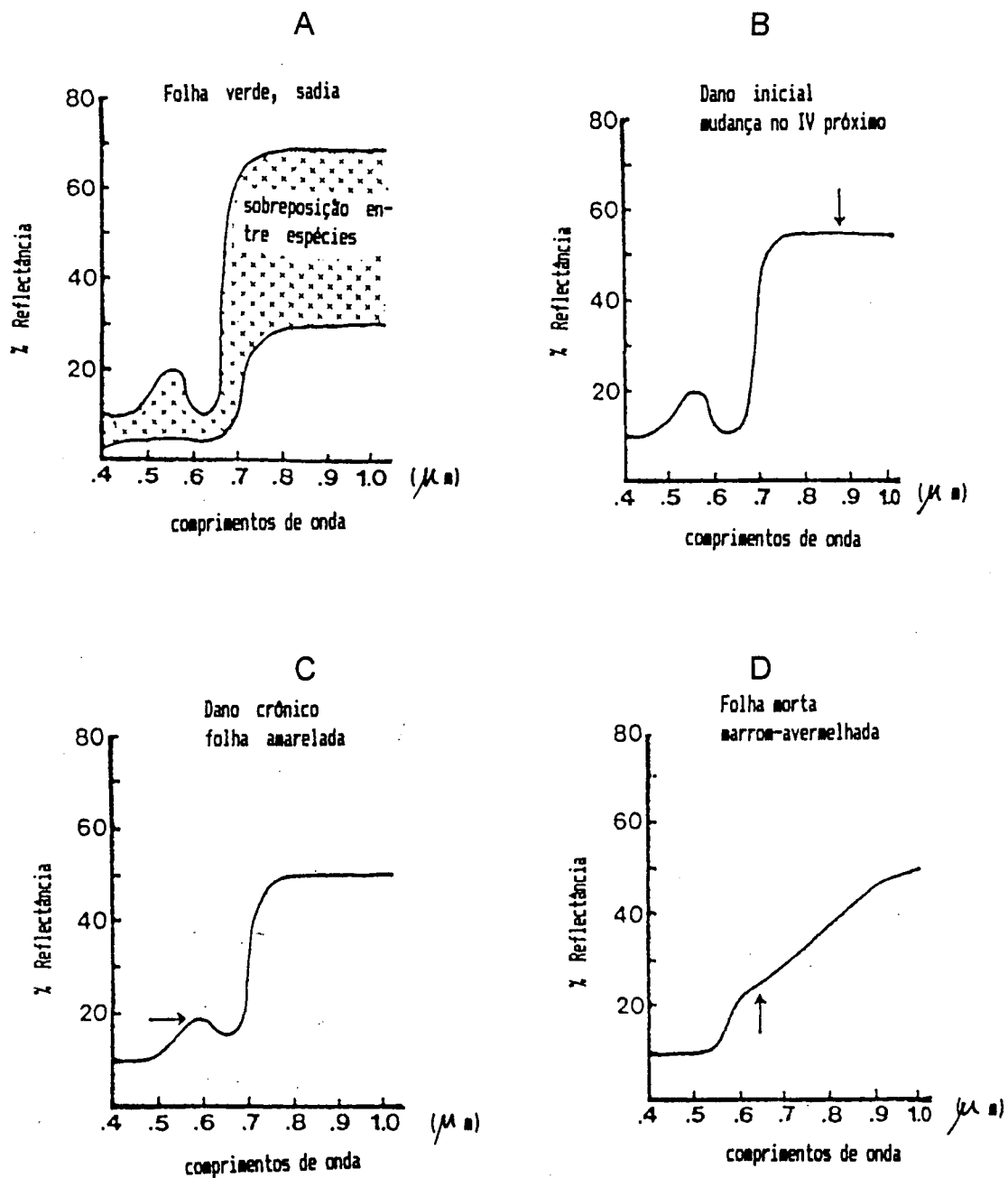
De acordo com o tipo de emulsão, sensível a determinados comprimentos de onda do espectro eletromagnético, tem-se os filmes em preto e branco (P & B) e coloridos. Estes dois tipos dividem-se em: a) pancromáticos P & B, de emulsão simples, sensível à radiação, cujos comprimentos de onda oscilam entre 0,3 μm e 0,7 μm , aproximadamente igual à sensibilidade do olho humano; b) infravermelho P & B, que é sensível a comprimentos de onda entre 0,3 μm e 0,9 μm e, no seu processamento, utiliza-se um filtro preto, que absorve todas as ondas de comprimento abaixo de 0,7 μm - é também chamado de infravermelho verdadeiro; c) pancromático colorido, de emulsão complexa, formada por três camadas sensíveis às radiações azul, verde e vermelha; intercalada entre as

camadas sensíveis às radiações azul e verde existe um filtro amarelo, evitando a passagem da radiação azul que sensibilizaria as duas outras, também sensíveis àquele tipo de radiação; d) infravermelho colorido ou falsa-cor, assim denominado porque nele resultam cores que não correspondem às verdadeiras cores da cena registrada.

6.1.1 Mudança e registro da reflectância espectral da folhagem das plantas

Segundo MURTHA (1982, p. 144), as mudanças morfológicas e/ou fisiológicas causadas à vegetação, por diferentes agentes daninhos, afetam sua reflectância espectral. Mudanças no padrão normal de uma planta são a chave para a detecção e a interpretação do estresse nessa planta. Geralmente, um dos primeiros sintomas visíveis do dano fisiológico é o amarelecimento da folhagem, embora esta não seja a única mudança na reflectância espectral. Essa mudança tem seus efeitos sobre as diferentes camadas sensíveis dos filmes, afetando as reações. Por fim, a resposta do tom ou cor, formada nesses filmes, acarreta uma modificação na imagem resultante. A figura 8 (A, B, C e D), adaptada de MURTHA (ibid, p. 144), mostra, de forma genérica, curvas para quatro possíveis diferentes padrões de reflectância espectral de uma folha. Para a folha verde, sadia, verifica-se esquematicamente, curva A, que a sobreposição entre espécies indica a grande variação e o recobrimento dos padrões de reflectância espectral entre várias espécies de plantas. Para uma folha com dano inicial, incipiente, observa-se, graficamente, curva B, uma alteração da reflectância na faixa do infravermelho próximo.

FIGURA 8 - PADRÕES DE REFLECTÂNCIA ESPECTRAL: * A: PARA UMA FOLHA VERDE, SADIA; B: PARA UMA FOLHA COM DANO INICIAL; C: PARA UMA FOLHA COM DANO CRÔNICO; D: PARA UMA FOLHA MORTA.



* Adaptado de MURTHA, 1982, p.144

As curvas C e D (Figura 8), indicam, respectivamente, as respostas espectrais da folha amarelada após um período de dano crônico, e da folha morta, marrom-avermelhada. Nessas figuras, as setas enfatizam as mudanças nos padrões da reflectância espectral em relação às anteriores.

A curva A mostra que o pico da reflectância na região visível do espectro (10 a 20%) está na faixa do verde (0,5 a 0,6 μm). Conseqüentemente, os olhos vêem a folhagem como verde. Nas faixas do azul (0,4 a 0,5 μm) e do vermelho (0,6 a 0,7 μm) há reflectância mais baixa (cerca de 10%). Na faixa do infravermelho próximo (0,7 a 0,9 μm) há uma reflectância espectral consideravelmente mais alta (30 a 70%).

Os níveis precisos da reflexão espectral de uma folha são determinados por um complexo de fatores, tais como variedade de espécies, local, idade ou maturidade da planta e da folhagem, nível de nutrientes e orientação da folha. Em uma dada área, ou zona ecológica, a amostragem da vegetação fornecerá um padrão genérico de reflectância espectral que pode ser considerado normal. Estes dados podem não ter curvas de reflectância espectral precisamente determinadas, mas podem ter um padrão deduzido das interpretações de fotografias aéreas, obtidas em períodos distintos.

A dedução do dano fisiológico ocorre de um desvio verificado no padrão normal, ou de uma mesma planta, quando observada em um certo período de tempo, ou de plantas da mesma espécie, usando comparações entre elas. Um exemplo pode ser o amarelecimento da folhagem, após a deterioração dos cloroplastos. Uma alteração na quantidade de clorofila afeta o nível da reflexão espectral do verde, tanto quanto o nível de absorção da luz azul e da luz vermelha. Como os cloroplastos se deterioram e a folha amarelece, o pico da reflectância espectral muda do verde para o vermelho (curva C, figura 8). Portanto, a relação entre o dano fisiológico e o sensoriamento remoto é a detecção de uma alteração nas funções da planta pelo sensor remoto e a subsequente dedução do dano.

Verifica-se que as mudanças ocorrem, inicialmente, na faixa do infravermelho próximo, antes que as mudanças visíveis sejam observadas. Tais mudanças têm sido denominadas **previsual** e implicam que alterações na faixa do infravermelho próximo são sempre seguidas por mudanças da reflectância na região do visível. Se nenhuma alteração visual segue a mudança no infravermelho próximo, então a mudança que se observa é denominada **extravisual**. Danos crônicos continuados causam deterioração dos cloroplastos e uma mudança do verde para o vermelho na reflectância visível (Figura 8, curva C). A mudança generalizada final é o avermelhamento da folhagem (Figura 8, curva D). Esta alteração é descrita espectralmente como uma mudança na reflectância para o vermelho, tão bem como um aumento perceptível no nível da reflectância do vermelho. Verifica-se, neste ponto, o colapso das paredes da célula, junto com a desidratação da folha. A folhagem seca tem alta reflexão na faixa do infravermelho próximo, enquanto a folhagem sadia, túrgida, tem uma baixa reflexão nessa faixa do espectro. A água é um péssimo refletor na faixa do infravermelho próximo.

Ocorrendo o colapso das paredes da célula, nota-se uma das primeiras mudanças morfológicas. O dano morfológico afeta a reflexão espectral, quando novas superfícies são expostas ou quando se verificam alterações no número de sombras observadas. Descrevem-se melhor as mudanças morfológicas com base nos padrões de forma, densidade, textura e limites da copa da planta. As alterações fisiológicas são melhor descritas com base na cor, ou tom, ou na reflexão espectral. Há uma relação direta entre a reflectância espectral e a imagem vista nas fotografias aéreas.

6.2 FOTOGRAFIAS AÉREAS

Os objetos registrados pelos filmes fotográficos, após processamento destes, podem ser identificados: diretamente sobre eles, quando resultam imagens positivas, em cópias positivas impressas em um filme transparente, ou em uma base de papel fotográfico. Este último tipo de material é usado com maior frequência, principalmente para fotointerpretação, em virtude do menor custo e melhor manuseio, especialmente no campo. Pode ser obtido por ampliação do negativo ou por contato entre este e o papel fotográfico e, neste caso, a fotografia terá a mesma escala do negativo.

6.2.1 Parâmetros fotointerpretativos

Em fotografias pancromáticas P & B observam-se diferenças de tonalidades de cinza entre o branco e o preto. Segundo GARCIA (1982, p. 40), a cor acrescenta uma nova dimensão ao processo fotointerpretativo, já que o olho humano é capaz de distinguir 2.000 combinações diferentes entre cores, contra 200 tons diferentes de cinza. Entretanto, a altura do vôo é uma limitação ao uso das fotografias pancromáticas coloridas pois, quanto maior a altura, maior será a influência da névoa, diminuindo o contraste. Isso pode ser contornado, porém, utilizando-se as fotografias coloridas infravermelho (falsa-cor).

Danos florestais, por exemplo, de acordo com MURTHA (1972, p. 13), são interpretados sobre fotografias pancromáticas P & B, em função das características morfológicas - padrão, textura, forma e tom. Quando são utilizadas fotografias coloridas, o tom é substituído pela cor e este elemento ajuda a caracterizar

uma mudança fisiológica ocorrida na planta, em função de algum dano. Fotografias coloridas podem registrar os efeitos dos danos como uma mudança na forma, uma mudança na cor, ou ambas; nuances de coloração da folhagem, registradas normalmente em fotografias pancromáticas coloridas, e grandemente enfatizadas em fotografias coloridas infravermelho, permitem uma avaliação de aspectos relacionados a mudanças fisiológicas que ocorrerem na planta. Estes mesmos padrões de cor são, geralmente, "mascarados" em fotografias P & B.

Complementarmente, poder-se-ia acrescentar, aos parâmetros mencionados, um outro, frequentemente usado em fotointerpretação, e citado por ANDERSON (1982, p. 47) como "adjacências", "convergência de evidências" ou "correlação de aspectos associados". No caso da detecção e avaliação de danos é um elemento importante, auxiliando a interpretação da característica que está sendo observada na fotografia; comparando aspectos diferentes entre copas vizinhas, por exemplo, é possível obter uma classificação mais correta dentro dos tipos estabelecidos.

A textura pode ser definida como o arranjo ou a repetição de elementos ou grupos de elementos semelhantes, que estão em um mesmo local ou compõem a imagem de um objeto. Esses elementos são, muitas vezes, de dimensões tão pequenas que se torna difícil vê-los individualmente em uma fotografia aérea. Essas dimensões, porém, podem estar intimamente ligadas à escala, pois, um mesmo objeto, em uma fotografia de escala pequena pode apresentar textura uniforme, aveludada, enquanto, em uma escala grande, pode apresentar textura grosseira. Por outro lado, considerando-se variações temporais, por exemplo, um mesmo tipo de objeto, porém de idades diferentes, pode apresentar texturas diversas em fotografias de mesma escala. Um exemplo disto pode ser observado na figura 3, que mostra povoamentos de bracatinga em diferentes classes de idades, em uma mesma escala fotográfica e texturas diferentes. A textura é arbitrariamente classificada desde aveludada ou super fina (ou "grã-fina") até muito grosseira.

De uma maneira genérica, nos povoamentos florestais, o padrão é um parâmetro fotointerpretativo diretamente relacionado às formas das copas das árvores ou seu arranjo espacial; essas formas decorrem da estrutura da copa, que pode ser entendida como sua arquitetura, criada pela arrumação dos diversos ramos que a compõem. No caso da bracatinga, entretanto, não existe uma forma padronizada e sua distribuição é variável.

Para GARCIA (op. cit., p. 257), o reconhecimento de determinados elementos da vegetação, registrados pelas fotografias, pode ser facilitado, levando-se em consideração, também, a estação do ano em que é fotografada a área de interesse; as diferentes espécies apresentam, geralmente, variações estacionais de folhagem que podem ser captadas pelo sensor utilizado, constituindo-se em parâmetro fotointerpretativo importante. No caso de danos florestais, porém, esse elemento não pode ser tomado como uma condição básica para obtenção das fotografias aéreas, em virtude da necessidade de fotografar a área, principalmente para registrar a ocorrência, no período ou períodos de pico, do agente daninho e seus efeitos. Nesse caso específico, a estação do ano seria preterida e a rapidez no registro e avaliação do problema, aliada aos custos, seriam os principais pontos a considerar para uso da técnica na ocasião mais adequada.

6.2.2 Escala da fotografia aérea

A escala da fotografia aérea, além do tipo de filme fotográfico utilizado (emulsão), é um dos elementos básicos para reconhecer, corretamente, as imagens que correspondem aos objetos registrados. Portanto, a escolha de uma escala pequena, média ou grande é fundamental, principalmente em função da finalidade

do trabalho, das dimensões da área e do(s) objeto(s) ou alvo(s) a identificar em uma fotografia aérea (MURTHA, 1972, p. 15; GARCIA, op. cit., p. 257). É necessário, portanto, que se estabeleça um tipo de escala adequado, a fim de que se obtenham resultados confiáveis, dentro dos limites de precisão desejados.

Genericamente, **escala** é definida como a razão constante entre duas grandezas lineares homólogas de duas figuras semelhantes. Matematicamente, é determinada, ou também representada, pelo quociente entre o comprimento de um dado objeto ou alvo, medido sobre sua representação gráfica ou sua imagem, e seu correspondente valor, medido no terreno. Considerando as fotografias aéreas, ela pode ser determinada em função de um comprimento medido na fotografia e o homólogo medido no terreno ou, conforme comprovado geometricamente, em função da distância focal da câmara usada e a altura do vôo sobre o terreno. Em quaisquer dos dois casos, entretanto, obtém-se uma escala aproximada ou nominal, pois o relevo do terreno não é plano e a fotografia é uma projeção central, ocorrendo, em ambos, distorções que se acentuam do centro para as bordas das fotografias.

Para as fotografias aéreas, porém, os termos **escala pequena**, **escala média** e **escala grande** não ficam bem definidos quando são considerados os limites entre os quais deveriam ser classificadas; não há, entre os autores, tanto os pesquisadores usuários, como aqueles que publicam textos específicos, um consenso quanto a esses limites. Isso é bem sintetizado por ANDERSON (1982, p. 93) que, ao apresentar uma classificação para as fotografias aéreas, dividindo-as nesses três tipos e indicando-os como os mais usados em diferentes trabalhos de engenharia florestal, comenta que se trata de uma classificação arbitrária.

De acordo com GARCIA (op. cit., p. 257, 259), entre os elementos disponíveis para facilitar a fotointerpretação florestal, a escala das fotografias aéreas deve ser considerada como um fator importante. Cita trabalho desenvolvido

por POPE (1957) que, usando fotografias pânchromáticas P & B e coloridas, não encontrou diferença significativa entre elas, na identificação de árvores; porém, na escala de 1 : 20.000, o percentual de acerto foi de 20%, aumentando para 80%, quando trabalhou com fotografias nas escalas de 1 : 10.000 e 1 : 5.000 e, finalmente, atingindo 92% de árvores corretamente identificadas, ao utilizar fotos na escala de 1 : 2.500. BECKING (1959), apud GARCIA (ibid., p. 259), ressalta que a fotointerpretação florestal é facilitada pelo uso de fotos coloridas, sendo possível delimitar tipos de vegetação naquelas fotografias em escalas menores que 1 : 25.000; contudo, para identificação de espécies, é adequado um valor de escala em torno de 1 : 3.000.

6.3 UTILIZAÇÃO DO RECOBRIMENTO AÉREO EM PROTEÇÃO FLORESTAL

SPURR (1960, p. 451) menciona que o início dos registros por fotografias ou delineamento de áreas florestais danificadas, diretamente sobre mapas, usando recobrimento aéreo, pode ser considerado com as experiências desenvolvidas por americanos e canadenses. Relata que o emprego do avião para detecção e monitoramento de danos por insetos começou, praticamente, no verão de 1920, quando J. M. Swaine e F. C. Craighead realizaram um vôo sobre povoamentos florestais compostos por essências dos gêneros *Spruce* e *Fir*, nas Províncias de Quebec e Ontário, no Canadá. O objetivo do vôo, a uma altitude de 3.500 pés ($\pm 1.100\text{m}$), era mapear os danos resultantes de um surto epidêmico do inseto desfolhador *Choristoneura fumiferana* Clemm.. Nesse trabalho, entretanto, não foram utilizadas fotografias aéreas mas a delimitação direta, sobre mapas, das áreas desfolhadas e a classificação, em alguns níveis, do grau de infestação do inseto daninho.

MURTHA (1972, p. 2) cita, como trabalho pioneiro usando fotografias aéreas na avaliação de danos florestais, aquele relatado por CRAIG (1920) e desenvolvido em áreas cobertas por povoamentos florestais, ao norte de Ontário, Canadá. Foi possível mapear facilmente os limites dos danos, em função de mudanças na coloração das copas, observadas nas fotografias aéreas.

Seguiram-se inúmeros outros trabalhos empregando, inicialmente, as fotografias pancromáticas P & B, tanto para mapeamento geral, como para mapeamento de danos ocorridos nas florestas e causados pelos mais diversos agentes daninhos. O uso das fotografias em infravermelho P & B na detecção de danos ocorreu, pela primeira vez, em 1933 (MURTHA, op. cit., p. 2), porém, não se observou uma aplicação em larga escala, como ocorreu com as pancromáticas P & B. Tal se deve, particularmente, ao fato de que os trabalhos de fotointerpretação, desenvolvidos sobre esse tipo de material fotográfico, ocorreram em função de sua disponibilidade ao ser obtido para o mapeamento geral.

Levantamento realizado pelo USDA (1966), apud LAUER & BENSON (1973, p. 145), indicava que, na época, o material de sensoriamento remoto de uso mais comum pelos profissionais florestais, nos Estados Unidos, era constituído por fotografias aéreas convencionais (pancromáticas P & B, 23 cm x 23 cm), em escalas entre 1 : 15.840 e 1 : 20.000. HELLER et al. (1983, p. 2239-2240) afirmam que, em 1983, o Serviço Florestal dos Estados Unidos adquiria, rotineiramente e para muitos dos trabalhos no setor florestal, fotografias aéreas, pancromáticas coloridas, em escalas de 1 : 15.840, 1 : 20.000 e 1 : 24.000.

HELLER et al. (1959, p. 596) desenvolveram trabalho para comparar fotografias aéreas pancromáticas P & B e coloridas, em três diferentes escalas, 1 : 3.960, 1 : 7.920 e 1 : 15.840, na detecção e avaliação de um surto de *D. frontalis*, em uma área teste na Carolina do Norte, com cerca 3.546 acres, composta de espécies florestais diversas, entre folhosas e coníferas. Os melhores resul-

tados, quanto a interpretação e custos, foram obtidos com as fotografias pancromáticas coloridas na escala de 1 : 7.920, superando aquelas nas escalas de 1 : 3.960 e de 1 : 15.840.

HELLER (1976, p. 41) apresenta uma avaliação combinada de filmes pancromático colorido e colorido infravermelho **versus** tipo de escala, para detecção e avaliação de danos em áreas florestais, resultantes da ação de algumas pragas e doenças. Considerando os aspectos relacionados e observando-se os valores de avaliação atribuídos, verifica-se que as fotografias aéreas em escala grande foram as melhores para atingir os objetivos, porém, usadas somente para registro de áreas amostrais. E, ainda, que o filme pancromático colorido, em escala grande (valores entre 1 : 600 e 1 : 4.000), foi equivalente ao infravermelho, quando utilizado na detecção e avaliação de danos florestais causados por desfolhadores. A tabela 1 sintetiza parte das informações apresentadas pelo autor.

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DE FILMES PANCROMÁTICO COLORIDO E COLORIDO INFRAVERMELHO, VERSUS ESCALAS DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS, PARA DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DE DANOS FLORESTAIS

AGENTE DANINHO	FILMES					
	pancromático colorido			colorido infravermelho		
	Escala			Escala		
	grande*	média	pequena	grande*	média	pequena
Biótico: Insetos						
Besouros da casca						
"Southern pine"	2	1	—	2	2	—
"Western pine"	2	2	1	—	2	2
"Mountain pine"	2	2	2	2	2	2
"Douglas-fir"	2	2	1	2	1	1
Desfolhadores						
"Spruce budworm"	2	1	—	2	2	—
"Tussock moth"	2	2	—	2	2	—
Destruidores terminais						
"White pine weevil"	2	0	0	—	—	—
Sugadores						
"Balsam woolly aphid"	2	2	0	2	1	0
Biótico: Doenças						
Ferrugem	2	0	0	—	0	0
"Doença holandesa" do Olmo	—	—	—	—	2	1
Murcha do Carvalho	—	2	0	—	1	0
Morte dos ponteiros	2	0	0	0	0	0
Biótico: Plantas						
Parasitismo por planta daninha tipo "erva de passarinho"	2	1	—	—	2	1
Abiótico						
Poluição do ar por oxidantes	2	1	0	1	0	0
Danos por dióxido de enxofre	2	0	0	1	0	0

Valores de avaliação —> 2 = bom; 1 = médio; 0 = inadequado; — = não testado

Escala —> grande: de 1 : 600 a 1 : 4.000 (* usadas para registro de amostras);
média: de 1 : 8.000 a 1 : 20.000; pequena: de 1 : 30.000 a 1 : 80.000

FONTE: HELLER, 1976, p. 41

Complementarmente, HELLER, loc. cit. salienta que as fotografias em escala grande são usadas, em muitos casos, para obter informações não possíveis de obter naquelas em escala pequena; e adequadas no levantamento de informações, a nível de detalhes, de amostras em inventários em múltiplos estágios, de acordo com desenho amostral desenvolvido por LANGLEY et al. (1971).

MURTHA (1976, p. 385-395), após discutir aspectos relacionados a quatro fases de um sistema de sensoriamento remoto para inventariar e monitorar danos florestais, destaca algumas características quanto a tipos de filmes¹ e escalas das fotografias aéreas para esse sistema, diretamente relacionadas a quatro tipos de danos que ocorrem na vegetação das áreas florestais. De acordo com os efeitos que resultam nas árvores, em intensidades diversas, porém, sem especificar os agentes daninhos, o autor indica qual o material fotográfico e escala são mais adequados para detectar cada um desses efeitos. Verifica-se que o filme P & B mostra-se inadequado, quando os danos não são do tipo morfológico. A tabela 2 resume os elementos por ele considerados. Examinando os tipos I, II e parte do tipo III, observa-se que os resultados, obtidos no inventário e no monitoramento de danos florestais, mostram a equivalência entre os filmes pancromático colorido e colorido infravermelho, para as atividades consideradas.

¹ Pancromático preto e branco (P & B); pancromático colorido (P C) e colorido infravermelho (C IV)

TABELA 2 - INDICAÇÃO DE TIPOS DE FILMES E ESCALAS DAS FOTOGRAFIAS
AÉREAS EM FUNÇÃO DOS MELHORES RESULTADOS OBTIDOS NO
INVENTÁRIO E MONITORAMENTO DE DANOS FLORESTAIS

PRINCIPAIS TIPOS DE DANOS	ASPECTOS OBSERVADOS NAS FOTOS	FILMES E RESPECTIVAS ESCALAS DAS FOTOS		
		P & B	P C	C IV
I. As árvores estão ou aparentam estar completamente desfolhadas	<ul style="list-style-type: none"> • resíduos de ramos principais ou troncos • árvores individuais ou pequenos grupos de árvores desfolhadas • grandes grupos de árvores desfolhadas: 2 ha ou mais 	1 : 5.000 1 : 5.000 1 : 15.840	1 : 10.000 1 : 10.000 1 : 63.360	1 : 10.000 1 : 10.000 1 : 63.360
II. As árvores apresentam algum desfolhamento: parte do topo da copa desfolhada; perda de folhagem mais nova; ramos deformados	<ul style="list-style-type: none"> • as copas apresentam-se ligeiramente danificadas • parte do topo da copa desfolhada • perda da folhagem do ano • perda da folhagem mais velha • ramos quebrados ou deformação de ramos 	1 : 20.000 # # # # # # 1 : 1.200	# 1 : 6.000 1 : 2.000 1 : 1.200 1 : 2.000	# 1 : 6.000 1 : 2.000 1 : 1.200 1 : 2.000
III. A folhagem das árvores danificadas apresenta-se com coloração diferente da folhagem de outra(s) sadia(s)	<ul style="list-style-type: none"> • árvores que têm alguns ramos com a folhagem do ano anterior amarelada • toda ou quase toda a copa apresenta-se amarela • toda ou quase toda a folhagem do ano apresenta-se vermelho-castanho, e o dano está relacionado com a topografia da área • toda ou quase toda a folhagem do ano anterior apresenta-se vermelho-castanho enquanto a mais velha está verde • toda ou quase toda a folhagem da copa apresenta-se vermelho-castanho independente da idade das folhas • só existe a folhagem do ano anterior que se apresenta vermelho-castanho • só existe alguma folhagem e apresenta-se vermelho-castanho • a folhagem do ano é verde e o restante é vermelho-castanho 	# # # # # # # # # # # # # # # # # #	1 : 1.200 1 : 10.000 dependendo da topografia e nível do dano pode variar de 1 : 1.200 a 1 : 15.840 de 1 : 600 a 1 : 1.200 depende do núm. de árvores danificadas e pode variar de 1 : 15.840 a 1 : 63.360 1 : 600 1 : 600 1 : 600	1 : 1.200 1 : 15.000 1 : 1.200 1 : 1.200 1 : 1.200 1 : 1.200 1 : 1.200
IV. Nenhuma mudança visível na cor ou na forma da copa	<ul style="list-style-type: none"> • somente medidas de densidade feitas sobre diapositivos originais mostram desvio em relação ao padrão normal de uma árvore sadia 	# #	# #	1 : 1.200 ± 1 : 600

OBS.: Segundo MURTHA (ibid., p. 394) a tabela está baseada em resultados publicados na literatura; os tipos de danos foram descritos por MURTHA (1972) e as escalas indicadas são influenciadas por fatores discutidos no artigo (a obtenção de ótimas fotografias é básico).
—> procedimento (ou tipo de material) não necessário; # # —> procedimento (ou tipo de material) inadequado.

FONTE : MURTHA, 1976, p. 393 - 394

JANO (1981, p.35) divide a avaliação dos danos florestais em três fases e indica quando o uso das fotografias aéreas e respectivas escalas é mais adequado para esse trabalho. Uma primeira fase consistiria na detecção do dano que, por razões econômicas, deveria ser feita apenas visualmente e a partir do sobrevôo da área. Em uma segunda fase seriam tomadas fotografias em escalas entre 1 : 20.000 (escala média) e 1 : 120.000 (escala pequena), possibilitando a estratificação da área danificada. E, na última etapa, far-se-ia a avaliação detalhada do dano, utilizando-se fotografias aéreas entre 1 : 10.000 e 1 : 5.000; para certos tipos de danos, que ocorrem em nível não muito intenso, seria necessário utilizar fotografias em escalas de 1 : 1.500 ou maiores, restritas, contudo, a áreas amostrais.

A escolha entre os filmes dependeria do usuário, ao analisar as vantagens e desvantagens daqueles disponíveis e sua própria capacidade de extrair as informações corretas de cada um deles. MURTHA (op. cit., p. 391) sugere que o pancromático colorido deve ser usado quando: a) o intérprete não está familiarizado com os aspectos dos danos no colorido infravermelho; b) há um bom contraste de cor; c) se observa dano morfológico. Quanto ao colorido infravermelho sugere seu uso quando: a) o intérprete está familiarizado com as falsa-cores; b) o contraste é inadequado na região do visível ou há necessidade de realçar alguma mudança com auxílio da reflectância na região do infravermelho próximo; c) a possível avaliação densitométrica pode revelar algum dano de difícil detecção visual.

CIESLA et al. (1982, p. 720-721) destacam que os melhores resultados no mapeamento da vegetação danificada por insetos e doenças, usando fotografias aéreas pancromáticas coloridas e coloridas infravermelho, têm ocorrido quando se trabalha com escalas grandes (entre 1 : 600 e 1 : 2.000) ou médias (entre 1 : 4.000 e 1 : 12.000). Enfatizam, porém que, para extensas áreas danificadas, fotografias nessas escalas devem ser empregadas no levantamento de amostras e não para 100% da cobertura aérea. A disponibilidade de um sistema sensor de alta resolução

permite o uso de fotografias em escalas menores, conduzindo ao recobrimento de grandes áreas ou à totalidade das áreas danificadas.

MURTHA (1982, p. 153) lista alguns agentes daninhos e caracteriza os respectivos efeitos; avalia, em seguida, quatro tipos de sensores - fotografias aéreas pancromática colorida e colorida infravermelho, imagens MSS de sensor aerotransportável e de satélite - relacionando-os às escalas grandes, médias e pequenas, para detecção e interpretação dos danos resultantes desses agentes daninhos. Observa, porém, que os dados nas imagens MSS são obtidos na forma digital, para análise por computador, tornando mais difícil interpretá-los qualitativamente que ao se trabalhar com as fotografias aéreas. A tabela 3 é uma adaptação condensada dos elementos acima comentados, considerando-se, entretanto, os três primeiros tipos de sensores, por apresentarem valores de avaliação que os indicam como mais adequados para detecção e interpretação dos danos. Verifica-se que, no caso de desfolhadores e destruidores terminais, os filmes pancromáticos coloridos e coloridos infravermelhos e respectivas cópias fotográficas em escala grande resultam equivalentes.

TABELA 3 - AVALIAÇÃO DE TIPOS DE SENSORES, RELACIONADOS ÀS ESCALAS, PARA DETECÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE DANOS RESULTANTES DA AÇÃO DE ALGUNS AGENTES DANINHOS

AGENTE DANINHO	SINTOMAS APRESENTADOS PELAS ÁRVORES	escala grande			escala média			escala pequena		
		P C	C IV	MSS	P C	C IV	MSS	P C	C IV	MSS
Abiótico:										
Meio ambiente										
Déficit hídrico	• folhas pequenas, murchas	2	3	2	1	2	1	0	1	0
Excesso hídrico	• mudança de coloração da folhagem e/ou folhas mortas	3	3	2	1	2	1	0	1	0
Poluição do ar (SO ₂)	• folhas apresentando cloroses e necroses	2	3	2	1	2	1	1	1	0
Vento	• ramos quebrados	3	3	2	3	3	2	1	1	0
Fogo	• áreas carbonizadas; áreas enegrecidas	3	3	2	2	2	1	2	2	1
Chuva ácida	• parte superior da copa morta; folhagem da parte inferior apresenta-se sadia	2	3	2	1	2	1	0	1	0
Biótico:										
Insetos										
Besouros da casca	• folhagem vermelho-castanho, em tom esmaecido	2	3	2	2	2	1	1	1	0
Desfolhadores	• ramos desfolhados; folhagem do ano vermelho-castanho	3	3	2	1	2	0	1	1	0
Destruidores terminais	• área terminal, ou de crescimento anual da folhagem, morta	3	3	1	0	0	0	0	0	0
Sugadores	• folhagem amarelada; copa rala	2	3	1	1	1	0	0	0	0
Minadores de folhas	• folhagem com alteração de cor	3	3	2	1	1	0	1	1	0
Doenças										
Ferrugem (tronco e ramos)	• parte superior da copa morta	3	3	1	1	2	1	0	0	0
Podridão de raiz	• copa rala; grupos de árvores mortas	3	3	2	2	2	1	1	1	0
Murcha das folhas	• parte ou toda a copa sem folhas, morta ou folhagem com alteração de cor	3	3	2	1	2	1	1	1	0

Escalas —> grande: de 1 : 500 a 1 : 2.000; média: de 1 : 3.000 a 1 : 12.000; pequena: de 1 : 20.000 a 1 : 63.000

Sensores —> P C = filme pancromático colorido; C IV = filme colorido infravermelho; MSS = imageador multiespectral

Valores de avaliação —> 3 = bom; 2 = médio; 1 = ruim; 0 = inadequado

FONTE: MURTHA, 1982, p. 153.

MURTHA (op. cit., p. 155), citando HENNINGER & HILDEBRANDT (1980) e HELLER (1971), salienta que uma planta danificada é rapidamente detectada quando são corretamente escolhidos o filme, a escala das fotografias e as técnicas de interpretação. E que os filmes pancromáticos coloridos e, especialmente, os coloridos infravermelhos são mais adequados que os pancromáticos em preto e branco, para detecção dos sintomas dos danos. A necessidade de identificar os diferentes sintomas mais frequentemente mostrados pela planta condiciona a escala da fotografia; as imagens dos alvos a identificar em fotografias de escala pequena se fundem, perdendo-se, facilmente, detalhes importantes de mudanças acarretadas à planta pelo agente daninho.

Complementarmente, MURTHA (ibid., p. 156) relaciona cinco procedimentos que podem ser, de forma genérica, usados para inventariar e/ou monitorar danos na vegetação. Por meio de um, ou de mais de um deles, determinam-se os elementos que caracterizam o quanto houve de perda, sua localização e mudanças ocorridas na vegetação; as informações, para atingir os objetivos colimados, serão obtidas:

- a) pela enumeração dos indivíduos danificados;
- b) pela delimitação da área vegetal danificada;
- c) multiplicando a área total pela produção, estimada por levantamento terrestre, para obter a estimativa do volume de madeira danificada;
- d) estratificando a área em classes de intensidade de danos;
- e) multiplicando a área de cada classe de intensidade de dano por volumes pré-estabelecidos, para obter a perda volumétrica estratificada por classe.

6.4 UTILIZAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS DE PEQUENO FORMATO EM PROTEÇÃO FLORESTAL

Um dos principais problemas das fotografias aéreas convencionais no monitoramento do meio ambiente é o seu alto custo, aliado à necessidade de sua obtenção a curtos intervalos de tempo; isso pode, entretanto, ser contornado, em muitos trabalhos, pelas fotografias aéreas de pequeno formato.

A idéia da utilização das fotografias aéreas de pequeno formato no setor florestal começou a ser implementada no final da década de 1950. WILLINGHAM (1959, p. 108-110), com base em trabalho desenvolvido por HILL (1957), destaca algumas aplicações genéricas das fotografias aéreas 35 mm, verticais, na obtenção de informações atualizadas de áreas florestais, utilizando dois tipos de filme pancromático P & B.

ALDRICH et al. (1959), apud ALDRICH (1966, p. 802, 808), desenvolveram trabalho para monitoramento de danos em povoamentos de *White pine*, causados pelo inseto *Pissodes strobi* Peck, em Nova York. Usando fotografias aéreas verticais 70 mm, pancromáticas coloridas, na escala de 1 : 600, resultantes de sobrevôos feitos em 1957 e 1958, e comparando-as com fotos convencionais, na escala de 1 : 1.000, de 1956, suplementadas por um pequeno conjunto de amostras terrestres, comprovaram alterações no nível de infestação do agente daninho, após aplicação de inseticida, em 1957. Complementarmente, verificaram que a avaliação dos danos nas copas de árvores altas e povoamentos densos, utilizando as fotografias na escala de 1 : 600, resultou mais fácil que a observação terrestre, através da qual, muitas vezes, o dano é de difícil percepção.

WEBER (1964), apud HELLER & ULLIMAN (1983, p. 2278), trabalhando com fotografias aéreas verticais 70 mm, pancromáticas coloridas, na escala de 1 : 1.600, comparou resultados de fotointerpretação e amostragem terrestre, na

avaliação da perda de madeira de *Spruce* e *Fir*, em virtude de danos causados pelo inseto desfolhador *C. fumiferana*. Analisando os dados de 29 amostras, que indicaram a perda de 5,5 milhões de m³ em 220.000 ha dessas essências florestais, em Minnesota, concluiu pela maior rapidez na obtenção dos resultados e pela baixa relação custo-benefício quando comparou o procedimento usado com a amostragem terrestre apenas.

MEYER (1982, p.15) comenta que as fotografias obtidas com câmaras 35 mm e 70 mm eram utilizadas, esporadicamente, por alguns usuários, há diversos anos. E que, embora a utilidade dessa técnica fosse reconhecida, particularmente pelos técnicos florestais, sua formal incorporação, no setor florestal, verificou-se no final da década de 60 e parece ter ocorrido no "Ontario Department of Lands and Forestry" (atualmente "Ontario Ministry of Natural Resources"), no Canadá. Isso é confirmado por GOBA (1990, p. 1), ressaltando que o seu início, naquele Ministério, ocorreu em 1968, e foi instituído por Victor G. Zsilinszky. A obtenção das fotografias de pequeno formato, no Canadá, mais especificamente em Ontário, é considerada como um programa de aquisição suplementar àquele que ocorre a cada período de 10 anos, quando são obtidas fotografias aéreas convencionais (pancromáticas P & B, 23 cm x 23 cm), para o inventário geral dos recursos florestais daquele país. Em função dos resultados que a técnica tem proporcionado (informações atualizadas, a um baixo custo e de qualidade comparável àquela fornecida pelas fotografias convencionais), o programa expandiu-se e, atualmente, 30 dos 47 escritórios da Instituição, além de diversas empresas privadas, usam sistemas de pequeno formato para aquisição desse tipo de material fotográfico. Tem-se verificado inúmeras aplicações do pequeno formato no setor florestal daquele país, sendo uma técnica utilizada largamente na obtenção de dados para monitoramento, principalmente dos danos florestais (CROXTON, 1966; MURTHA, 1972; JANO, 1981; HARRIS et al., 1981; SPENCER & HALL, 1988).

MILLER & MEYER (1981, p. 67-70) comentam a aplicação das fotografias aéreas verticais, 35 mm, pancromáticas coloridas, na detecção de mudanças em áreas florestais dos Estados Unidos, para suplementar os aerolevantamentos convencionais, geralmente defasados de 5 a 10 anos e atualizados por inventários de amostras permanentes. Foram sobrevoadas 226 áreas amostrais em Michigan, obtendo-se fotografias na escala aproximada de 1 : 4.400. Os resultados indicaram uma precisão de 88% na determinação dos dados de interesse, a um custo correspondente a cerca de 10% do valor usualmente gasto com a amostragem terrestre.

McCARTHY et al. (1982, p. 771-777) apresentam resultados de trabalho que desenvolveram com fotografias aéreas verticais, 35 mm, pancromáticas coloridas, na escala de 1 : 4.800, para avaliação da sanidade de árvores e na identificação das espécies *Abies balsamea* (L.) Mill. e *Picea glauca* (Moench) Voss., hospedeiras do inseto desfolhador *Choristoneura fumiferana* Clements, em Michigan. Vinte e quatro amostras foram fotografadas. *Abies* e *Picea* foram identificadas com 80% de acerto e a estimativa de árvores mortas, resultante da fotointerpretação, diferiu 10% em relação à verificação de campo.

TOZZINI et al. (1984, p. 10), no mapeamento dos danos causados por um incêndio florestal no Paraná, verificaram ser possível delimitar quatro níveis de queima, utilizando fotografias aéreas oblíquas, 35 mm, pancromáticas coloridas. E, também, que o resultado do mapeamento dos níveis de queima, realizado através da interpretação das fotografias oblíquas, quando comparado com os dados referentes às áreas exploradas e remanescentes, após o incêndio florestal e obtidas da interpretação de fotografias aéreas verticais (pancromáticas preto e branco, 23,00 cm x 23,00 cm), apresentou diferenças menores que 2% em área.

SPENCER (1985, p. 102) comparou fotografias aéreas 70 mm verticais,

pancromáticas, P & B e coloridas, na escala de 1 : 1.000, com a verificação de campo, para identificar danos em *Pinus radiata*. Observou uma concordância de 80% e 78%, respectivamente, entre os resultados das interpretações sobre as fotos P & B e sobre as coloridas, em relação à verdade terrestre. Analisando os erros de omissão² e comissão³, porém, verificou que as pancromáticas coloridas foram superiores, por registrar danos não detectados no outro tipo; e permitiram, também, inferir melhor as condições da parte superior da copa, quando comparadas com a observação terrestre.

Em termos nacionais e de forma acadêmica, de acordo com DISPERATI (1988, p. 190), o marco inicial das aplicações das fotografias aéreas verticais 35 mm, no setor florestal, foi o trabalho desenvolvido por MEDEIROS & BATISTA (1984). O trabalho divulgou a utilização de um suporte externo para uma câmara fotográfica, usado em uma aeronave de asa alta (CESSNA 172) e os resultados obtidos de sobrevôos em três áreas-testes, localizadas em São José dos Campos, SP. Destas, duas eram reflorestamentos de *Eucalyptus spp.* Uma terceira, correspondente a área do campus do INPE, serviu para verificar as distorções do material fotográfico obtido, comparando-o com medidas sobre a planta topográfica do campus, na escala de 1 : 1.000.

No Estado do Paraná, a incorporação das fotografias aéreas verticais de pequeno formato, em trabalhos na área florestal, teve início no ano de 1984, com

² É a diferença, para menos, entre o número de alvos ou objetos, identificado nas fotografias aéreas e aquele existente na mesma área e obtido por verificação terrestre; ou seja, é o erro que resulta de uma subestimativa dos objetos registrados nas fotografias, quando da sua interpretação.

³ É o inverso da situação anterior, verificando-se uma diferença para mais entre as informações derivadas da fotointerpretação e aquelas obtidas no campo, para a mesma área; é, então, um erro que resulta de uma superestimativa dos objetos registrados nas fotografias, ao se proceder a sua interpretação.

pesquisa desenvolvida pelo Departamento de Silvicultura e Manejo da UFPR, na Região Metropolitana de Curitiba, em área com vegetação de *Pinus taeda* L. Tem sido implementada com inúmeras outras pesquisas (DISPERATI, 1986; DISPERATI et al., 1986; DISPERATI & SKALSKI, 1988; SCHULER & DISPERATI, 1988; SCHULER et al., 1989; SCHULER & DISPERATI, 1989; LINGNAU, 1990).

SCHULER & DISPERATI (1989, p. 228-231) relatam algumas conclusões de estudos preliminares sobre o uso das fotografias aéreas verticais, 35 mm, pancromáticas coloridas e P & B, para avaliar povoamentos de bracatinga danificados em Almirante Tamandaré. Em duas amostras circulares, com 12,0 m de raio, e com base nos parâmetros fotointerpretativos textura, estrutura e tom ou cor das copas individuais, ou grupos delas, observados nas fotografias, foi possível classificá-las em sadias e danificadas. Verificou-se, ao checar os resultados da fotointerpretação com a verdade terrestre, erros de omissão da ordem de 10%, para o total de árvores classificadas como danificadas. Quanto àquelas identificadas, na interpretação, como sadias, observou-se erros de comissão, em níveis elevados. Os resultados iniciais, apresentados no trabalho, evidenciaram uma pequena vantagem das fotografias pancromáticas coloridas sobre as pancromáticas P & B, e que a classificação apenas nos dois tipos não foi a mais adequada.

Constata-se, nos trabalhos citados, a ênfase que é dada a esse sistema de sensoriamento remoto, quanto à sua eficiência e ao seu baixo custo para detectar, avaliar e monitorar danos na vegetação. E verifica-se que é possível obter um material adequado para registrar e acompanhar as mudanças que ocorrem no meio ambiente, a um baixo custo e com a rapidez necessária para que se tomem decisões convenientes ao controle de possíveis problemas que surgem.

6.5 FOTOGRAFIAS AÉREAS E AMOSTRAGEM

De acordo com LÖETSCH & HALLER (1973, v. 1, p. 372), obter informações relacionadas a uma determinada população, enumerando completamente todos os indivíduos que a compõem é uma exceção; a regra é utilizar amostragem. As informações podem, por exemplo, ser coletadas através de medições ou contagem dos indivíduos em foto-amostras de forma e dimensão adequadas. No caso dos danos florestais, pode-se quantificá-los pela enumeração das árvores sadias e danificadas, em diferentes níveis, nas amostras, extrapolando-se os resultados para toda a área inventariada.

LÖETSCH & HALLER (ibid., v. 2, p. 317) enfatizam que o uso de amostragem em inventários florestais é tão antigo quanto os primeiros inventários; e que as formas usuais para as amostras, geralmente de área fixa, são o retângulo, o quadrado, a faixa e o círculo. Após estabelecidas no local do levantamento, permitem que se obtenham informações ou se procedam a medições, em diferentes épocas, de uma mesma área definida na primeira observação.

Um dos problemas a considerar, ao se estabelecer um espaço amostral que represente adequadamente a população, é a questão da acuracidade na obtenção das informações a partir da amostra. Portanto, reduzindo-se ao máximo as fontes de erro melhora-se a qualidade dos dados obtidos. Um dos fatores que constituem fonte considerável de erro são as árvores de bordadura, ou seja, aquelas árvores que estão situadas no limite do espaço amostral. Então, para minimizar os efeitos dessas árvores marginais como fontes de erro, deve-se estabelecer uma amostra de forma tal que, para uma dada área, tenha-se uma menor linha limite (menor

perímetro). Das formas geométricas conhecidas, a que melhor atende a esta condição é a forma hexagonal. Contudo, no campo, sua locação é extremamente trabalhosa, acarretando, conseqüentemente, custos mais elevados. Uma outra forma que também atende à condição de um menor perímetro, para uma dada área, é o círculo. Neste caso, as árvores amostrais podem ser levantadas e (ou) plotadas por coordenadas polares. A partir de uma árvore central (polo), com o auxílio de um goniômetro (geralmente uma bússola) e uma trena, é possível determinar as árvores situadas no limite estabelecido ou em suas proximidades.

Um outro fator básico é o tamanho da amostra. SPURR (1960, p. 372) indica, para trabalhos de inventários, na quantificação de copas, com o auxílio de fotografias aéreas, o uso de amostras circulares de dimensões tais que incluam entre 20 e 30 árvores visíveis; amostras menores podem prejudicar a acuracidade dos resultados, enquanto as maiores tornam o trabalho mais árduo, demandando mais tempo e mais recursos financeiros. Segundo LÖETSCH & HALLER (*ibid.*, v. 2, p. 318), deve-se estabelecer um raio ótimo para a amostra, pois um valor acima dele acarretaria um aumento progressivo do número de árvores de bordadura. Entretanto, recomendam que esse valor ideal seja definido de maneira tal que o número de árvores, na área amostral, situe-se entre 12 e 14; quantidade maior, que implica na necessidade de verificar, constantemente, as árvores de bordadura, acarreta um considerável aumento do trabalho pois, normalmente, é preciso retornar à árvore central para conferir as medidas dentro do raio estabelecido, principalmente em áreas florestais de cobertura heterogênea.

Segundo PÉLLICO NETTO (1984, p. 3), em vários estudos realizados na Europa pode-se sentir a franca preferência pela utilização de unidades amostrais circulares, porque podem ser facilmente controladas. E, ainda, que diversos autores

sugerem amostras com tamanhos variando entre 20 m² e 1.000 m², verificando-se que não há um consenso na decisão sobre esse tamanho.

Na realidade, a forma e o tamanho ideais da amostra são aqueles que permitam uma representação precisa da população, abrangendo a maior variação possível dessa população. Amostras que representam pelo menos 1% da área são suficientes para atender a essas premissas.

CARVALHO (1981, p. 67), por exemplo, para determinar a composição e o crescimento de um povoamento de bracatinga natural, originado de regeneração por queima, utilizou parcelas de 400 m² cada uma. As parcelas, em número de cinco, estabelecidas ao acaso, abrangiam bracatingas com idade variando entre 6 e 16 anos, e foram acompanhadas durante 3 anos.

CARVALHO & COSTA (1981, p. 161 - 170) avaliaram o comportamento silvicultural de treze espécies florestais nativas do Estado do Paraná e cinco espécies exóticas, em quatro municípios, na região centro-oeste daquele Estado. Desenvolveram as observações em parcelas, com áreas variando entre 248 m² e 484 m².

SPENCER (1985, p. 102-108) comparou aerofotos 70 mm, pancromáticas, coloridas e P & B, na escala nominal de 1 : 1.000, para avaliar danos em *Pinus radiata*, em Melbourne, Austrália. Em um povoamento de 36 ha utilizou 14 amostras retangulares de 800 m² e 40 árvores, em média, por amostra.

CAMPOS et. al. (1986, p. 35) realizaram inventário em bracatingais, de um a dez anos de idade, manejados pelo sistema tradicional e localizados no Município de Colombo - PR. Usaram, para povoamentos com idades entre 1 e 4 anos, amostras de 25 m² e, entre 5 e 10 anos, amostras com 100 m² de área, com precisão suficiente para estabelecer a densidade das plantas e o volume de madeira por hectare.

DISPERATI et al. (1986, p. 86-87), utilizando fotografias aéreas 35 mm, pancromáticas coloridas, na escala de 1 : 3.000, verificaram, na quantificação de bracatingas entre 4 e 6 anos de idade, uma estimativa de acerto entre 92% e 95,95%. Nesse trabalho, realizado em uma área teste de 25,76 ha, localizada no Município de Campina Grande do Sul, na RMC, usaram, para povoamentos com idade de até 2 anos, amostras de 4 m² e, de 2 a 7 anos, amostras com 100 m² de área e observação monoscópica das aerofotos com lupa de 8X de aumento.

BAREMBUEM (1988, p. 29-30) apresenta resultados de inventário que desenvolveu na avaliação da biomassa aérea de bracatingais com idades entre 1 e 7 anos, em uma área de estudo de 25,00 ha, no Município de Quatro Barras, na RMC. Estabeleceu parcelas amostrais aleatórias de 25 m² para povoamentos de até 2 anos, de 100 m² para aqueles de 3 e 4 anos, e de 400 m² para os de 5, 6 e 7 anos. A variabilidade das dimensões das amostras justifica-se pela diminuição do número de plantas com o decorrer dos anos.

7 MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

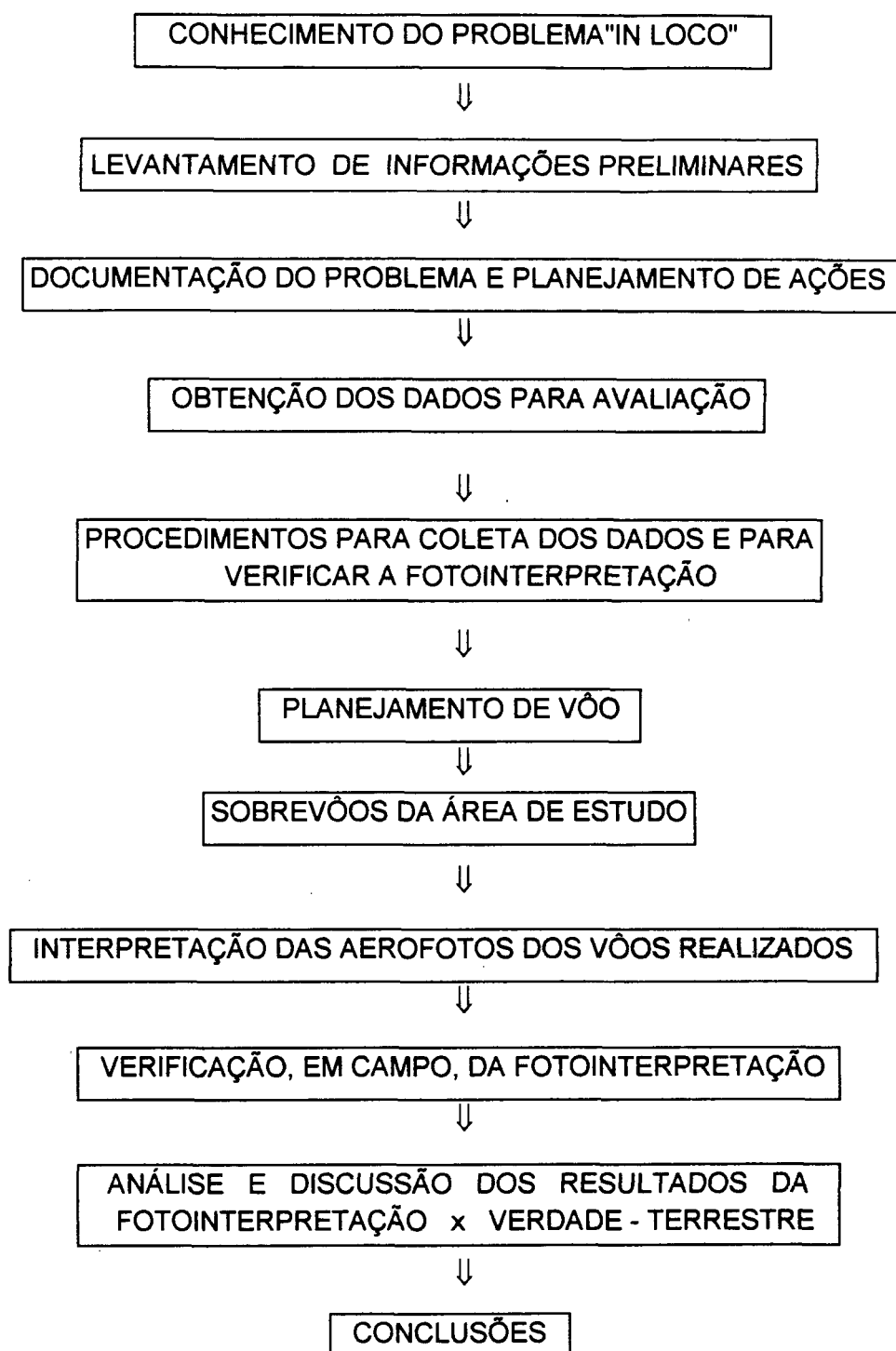
A área de estudo, com cerca de 31,8 ha, é composta por três povoaamentos não contíguos de bracatingas, cujas idades, na época em que foi iniciado o trabalho, variavam entre 4 e 8 anos. Está situada na localidade "Mato Dentro", Município de Almirante Tamandaré, componente da Região Metropolitana de Curitiba, aproximadamente a 20 km ao norte do marco zero dessa capital. O acesso à área é feito pela rodovia PR-092, no sentido Almirante Tamandaré – Rio Branco do Sul. Apresenta relevo levemente ondulado, com variações altitudinais entre 960 m e 1.000 m; suas coordenadas geográficas aproximadas são 25° 17' S e 49° 18' WGr.

De acordo com MAACK (1968, p. 167-191), a área está situada em região cujo clima é do tipo **Cfb**, segundo a classificação de W. Köppen. Tem, como características, clima pluvial temperado, sempre úmido, com umidade relativa do ar em torno dos 85%, chuvas em todos os meses do ano e uma precipitação média anual entre 1.100 e 1.600 mm; podem ocorrer mais de cinco geadas por ano e raramente neve; a temperatura média anual situa-se ao redor dos 16° C (o mês mais quente < 22° C, onze meses > 10° C).

7.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS

Para definir os procedimentos metodológicos e realizar a análise posterior dos resultados, algumas etapas foram desenvolvidas. O fluxograma apresentado a seguir, figura 9, resume essas diversas etapas.

FIGURA 9 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS PARA AVALIAÇÃO DE DANOS MORFOLÓGICOS EM BRACATINGA - ALMIRANTE TAMANDARÉ-PR



7.3 CONHECIMENTO DO PROBLEMA "IN LOCO"

Esta primeira fase, para conhecimento da real situação dos bracatingais danificados, consistiu em percorrer a área onde foi detectado o inseto desfolhador em maior intensidade e, se possível, identificá-lo; caracterização da forma como os danos se manifestavam nos povoamentos e outros possíveis agentes daninhos; levantamento de informações com os proprietários dos bracatingais e técnicos da EMATER - PR, sobre a situação existente e possíveis ocorrências anteriores de problema semelhante na localidade e/ou vizinhanças.

Embora o inseto desfolhador estivesse, na ocasião, aparecendo como o principal agente daninho, verificou-se que os povoamentos apresentavam elevado número de plantas mal desenvolvidas e/ou mortas, independente da posição sociológica das árvores. De uma maneira geral, partes dos povoamentos com idade superior a 6 anos estavam em final do ciclo vegetativo vigoroso, portanto, no limiar de seu estado de senilidade. A figura 10 - A e B - mostra um dos registros terrestres da situação observada na época. É evidente o estado precário em que se encontravam os povoamentos, na ocasião em que se iniciou o acompanhamento, no pico do surto, em maio de 1988. As copas, com um reduzido número de folhas, evidenciam claramente o nível dos danos naquelas árvores. É, porém, o registro de uma pequena porção da área que se apresentava danificada.

**FIGURA 10 - VISTA TERRESTRE DE PARTES DE BRACATINGAIS
DANIFICADOS EM DOIS DIFERENTES POVOAMENTOS
(Almirante Tamandaré - maio de 1988)**



A



B

7.4 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES

Esta etapa incluiu a verificação da existência de base cartográfica e recobrimentos aéreos atualizados do local; a obtenção de informações correlatas para verificar se havia algum registro anterior da ocorrência de danos semelhantes e

estabelecer uma área de estudo para avaliação inicial do problema observado nos bracatingais.

7.4.1 Base cartográfica existente

Os Municípios de Almirante Tamandaré e Colombo, com áreas de 495 km² e 158 km², respectivamente, estão representados, cartograficamente, por mapas editados em 1987, pela COMEC, na escala de 1 : 20.000, elaborados a partir de recobrimento aéreo e restituição fotogramétrica. Nessa base cartográfica, há a delimitação da cobertura de matas, possibilitando, assim, uma mais fácil identificação dos bracatingais no campo.

7.4.2 Recobrimento aerofotogramétrico disponível

O levantamento inicial de informações permitiu verificar a existência de fotografias aéreas convencionais (verticais, pancromáticas P & B, 230 mm x 230 mm), na escala de 1 : 25.000, de 1980, e na escala de 1 : 8.000, de 1985. As primeiras, resultantes de vôo executado para o ITCF - PR, não permitiram que se localizassem exatamente os povoamentos (principalmente pelo aspecto da variação temporal, com alterações de divisão fundiária e de uso do solo). Nas outras, resultantes de vôo executado para a COMEC, foi possível identificar e delimitar diversos povoamentos de bracatinga, facilmente localizados no campo. A observação com lupa de 8x, de parte dessas fotografias, permitiu verificar que o desenvolvimento dos bracatingais, na época, era normal, não se notando nenhum sintoma aparente de anomalia. O registro, porém, era de três anos atrás, impedindo,

portanto, uma análise conclusiva sobre o estado fitossanitário dos povoamentos na época da maior incidência das lagartas, em 1988.

7.5 DOCUMENTAÇÃO DO PROBLEMA E PLANEJAMENTO DE AÇÕES

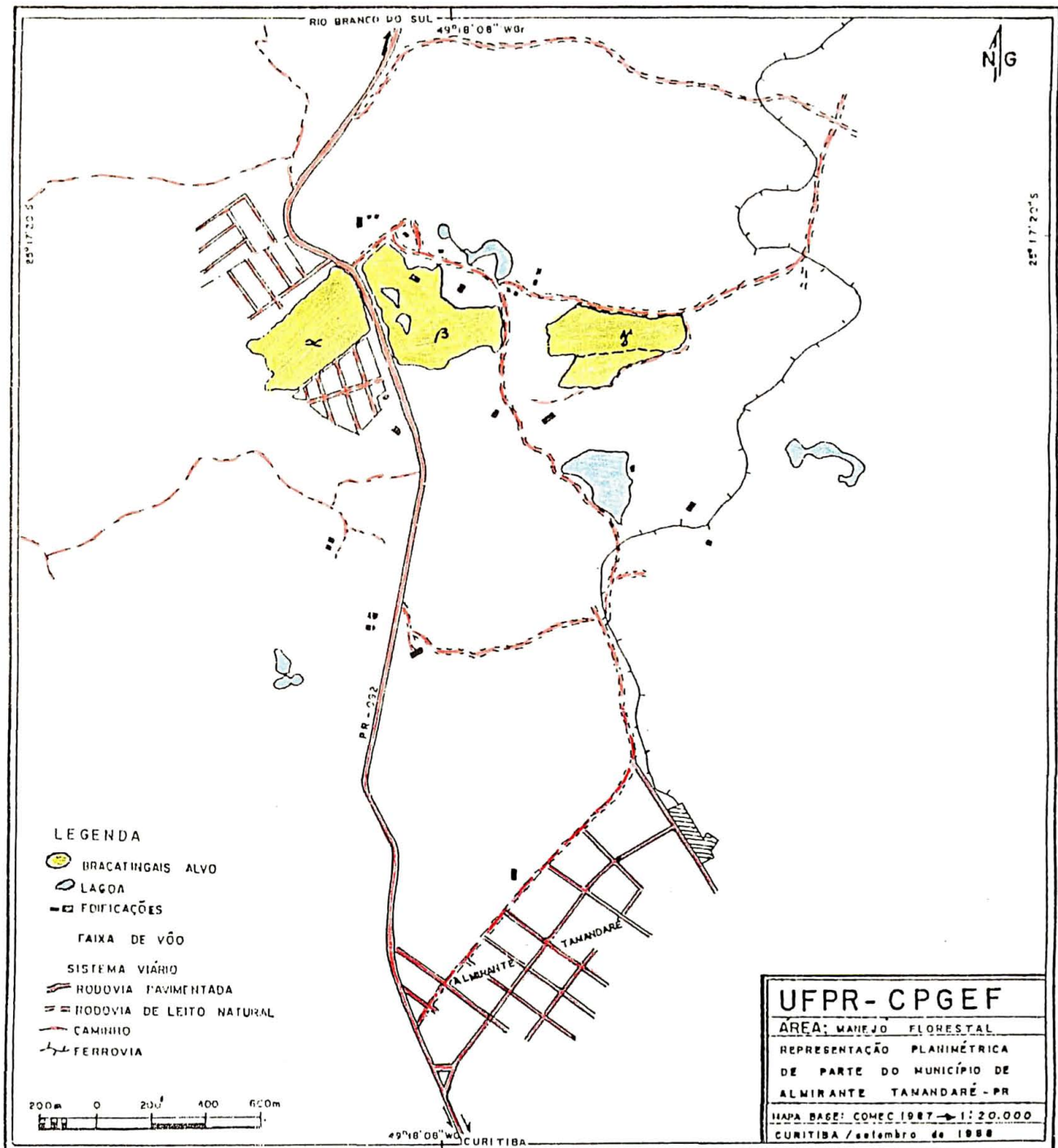
As informações preliminares indicaram a inexistência de registros anteriores de danos semelhantes nos municípios considerados; passou-se, então, ao planejamento de ações visando adequar metodologias para avaliação do problema, de forma rápida, a um baixo custo e com uma documentação permanente. Para atender a essas condições, optou-se por recobrimentos com fotografias aéreas verticais, de pequeno formato, e posterior interpretação dessas fotografias e verificação de campo.

MURTHA (1972, p. 12) observa que quatro fatores são essenciais para o fotointérprete desenvolver, de forma mais próxima da realidade, a identificação de danos usando fotografias aéreas. Neste trabalho, a escolha do material fotográfico e a obtenção dos resultados ocorreram atendendo a esses quatro fatores básicos. Primeiro, procurou-se conhecer como a injúria se manifestava nas árvores e os possíveis agentes daninhos. Depois, a resposta espectral do possível sensor a ser utilizado e a imagem resultante na fotografia aérea.

Em virtude das dimensões dos municípios considerados, distribuição espacial e estado dos bracatingais, foi estabelecida uma área de estudo composta por três povoamentos próximos, situados em propriedades particulares. Utilizaram-se as fotografias pancromáticas 1 : 8.000, de 1985, para estratificar, por propriedade, os povoamentos a serem avaliados. Escolheu-se essa área por ser, na ocasião, a que apresentava maior incidência de danos e onde técnicos da EMATER - PR (Escritório Regional de Almirante Tamandaré) identificaram inicialmente o surto do inseto desfolhador.

As figuras 11 e 12 caracterizam a referida área de estudo, com a sua localização e delimitação dos três povoamentos que a compõem, indicados por α , β e γ .

FIGURA 11 - LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ÁREA DE ESTUDO EM RELAÇÃO À SEDE DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ



FONTE: COMEC, 1987, 1 : 20.000

FIGURA 12 - MOSAICO NÃO CONTROLADO COM INDICAÇÃO DOS POVOAMENTOS
ACOMPANHADOS E LINHAS DE VÔO PLANEJADAS



FONTE: AEROSUL, 1985: 1 : 8.000 (PARTE)

7.5.1 Obtenção das fotografias aéreas verticais de pequeno formato

7.5.1.1 Planejamento de voo para o recobrimento aerofotográfico da área de estudo

Etapa fundamental para obter os parâmetros técnicos e orientar o adequado recobrimento da área, esse planejamento é desenvolvido de forma semelhante àquele utilizado na obtenção de fotografias aéreas convencionais.

Com o auxílio do mapa, na escala de 1 : 20.000, e das fotografias aéreas verticais, na escala de 1 : 8.000, de 1985, usadas na estratificação dos bracingais componentes da área de estudo, procedeu-se ao planejamento necessário para o voo sobre a área de interesse.

Disponha-se, inicialmente, de uma câmara 35 mm, Canon F1 e, posteriormente, de mais uma câmara 35 mm, Yashica Fx-D, e de uma câmara 70 mm, Mamyia 645.

Tratando-se de testes iniciais, de uma pesquisa pioneira com o tipo de problema surgido e a espécie florestal considerada, foi feito o planejamento de acordo com as características dos equipamentos e das aeronaves disponíveis para os vôos. Contava-se, então, com o apoio da Base Aérea do Bacacheri - avião monomotor asa alta - e do IBAMA - helicóptero - para utilização de uma plataforma de tomada das fotografias, conforme preconizado por diversos pesquisadores, em trabalhos desenvolvidos com fotografias aéreas de pequeno formato (WILLINGHAM, 1959; ZSILINSKY, 1963; WEBER, 1965; LANGLEY, 1969; MURTHA, 1972; HELLER, 1976; MURTHA & McLEAN, 1981; MURTHA, 1981; HARRIS et al., 1983; SPENCER, 1985; DISPERATI et al., 1986, entre outros).

A seguir, são apresentados os elementos obtidos para o recobrimento aéreo do local de estudo.

Local: "Mato Dentro", Almirante Tamandaré - PR

Área: 31,80 ha

Variação altitudinal máxima do local: entre 960 m e 1 000 m

Dimensões do negativo: 2,4 cm x 3,6 cm (35 mm) e
4,0 cm x 6,0 cm (70 mm)

Recobrimento longitudinal: 60%

Recobrimento lateral: 30%

Maior comprimento da área: 1420 m

Maior largura da área: 650 m

Forma da área: irregular

Orientação das linhas de vôo: L - W ou W - L

Distância focal da câmara: 50 mm --> para o tipo 35 mm
80 mm --> para o tipo 70 mm

Velocidade cruzeiro da aeronave: 75 milhas/h

Escala do negativo: 1 : 13.200

Altura de vôo: 2.000 pés

Posição do negativo em relação à linha de vôo: menor dimensão
transversal à linha de vôo

Base aérea estereoscópica: 124,8 m

Intervalo entre duas linhas de vôo contíguas: 327,6 m

Intervalo de tempo entre duas exposições consecutivas: 2,3 s

Tempo de exposição de cada fotografia: 1/500

Abertura do diafragma: de acordo com as condições de luminosidade quando
da tomada das fotografias

Número de linhas de vôo: 3

Número de fotografias por linha de vôo: variável: mínimo: 6
máximo: 10

Quantidade de filme: 1 rolo de 36 exposições

7.5.1.2 Reconhecimento aéreo e registro fotográfico das condições da área de estudo

Com o auxílio do mapa do Município de Almirante Tamandaré -PR, na escala de 1 : 20.000, e das fotografias aéreas verticais, na escala de 1 : 8.000, de 1985, usadas na estratificação dos bracatingais componentes da área de estudo, procedeu-se ao planejamento necessário para um voo preliminar sobre a área de interesse. Este constituiu um primeiro reconhecimento aéreo do local e o registro das condições dos bracatingais na ocasião, para um melhor embasamento dos procedimentos metodológicos. Resultou o registro de uma faixa, realizado em 02 de junho de 1988, com filme 35 mm, pancromático colorido, usando-se uma câmara **Canon F1**, em um suporte externo preso à porta de um avião monomotor de asa alta. Em virtude da variação do recobrimento longitudinal das fotografias, não foi possível utilizá-las na fotointerpretação estereoscópica. O seu uso não permitiria a "amarração" dos resultados dentro da mesma faixa.

Esse primeiro voo sobre a área de estudo, realizado na fase de reconhecimento, apresentou as seguintes características:

Data: 02 de junho de 1988

Quantidade de filme: 01 rolo

Características do filme: 100 ASA, 35 mm, pancromático colorido

Quantidade de negativos: 12

Altura de voo: 650m

Escala do negativo: 1 : 13.000

Fotografias: cópias, 10 cm x 15 cm, em papel, na escala aproximada de
1 : 2.800

Superposição longitudinal: variável (aproximadamente 35%)

Quantidade de faixas: 01

Hora da tomada: 15h 30min

Direção: L - W

Plataforma: avião monomotor, asa alta ("Regente")

Velocidade cruzeiro da aeronave: 75 milhas/h

Câmara: Canon F1, fixada em suporte externo simples, preso à porta do avião; equipada com lente de 50 mm, "motor-drive" e acionada por intervalômetro eletrônico simples. Velocidade e abertura do obturador e diafragma ajustados e fixados em 1/500 e f/5.6, respectivamente.

As figuras 13 e 14, respectivamente, croquis com indicação da faixa sobrevoada na área de estudo e índice das fotografias do voo de reconhecimento da faixa, mostram o recobrimento aéreo dos três povoamentos.

FIGURA 13- CROQUIS DA ÁREA DE ESTUDO E INDICAÇÃO DA FAIXA SOBREVOADA RECOBRINDO OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 02.06.1988

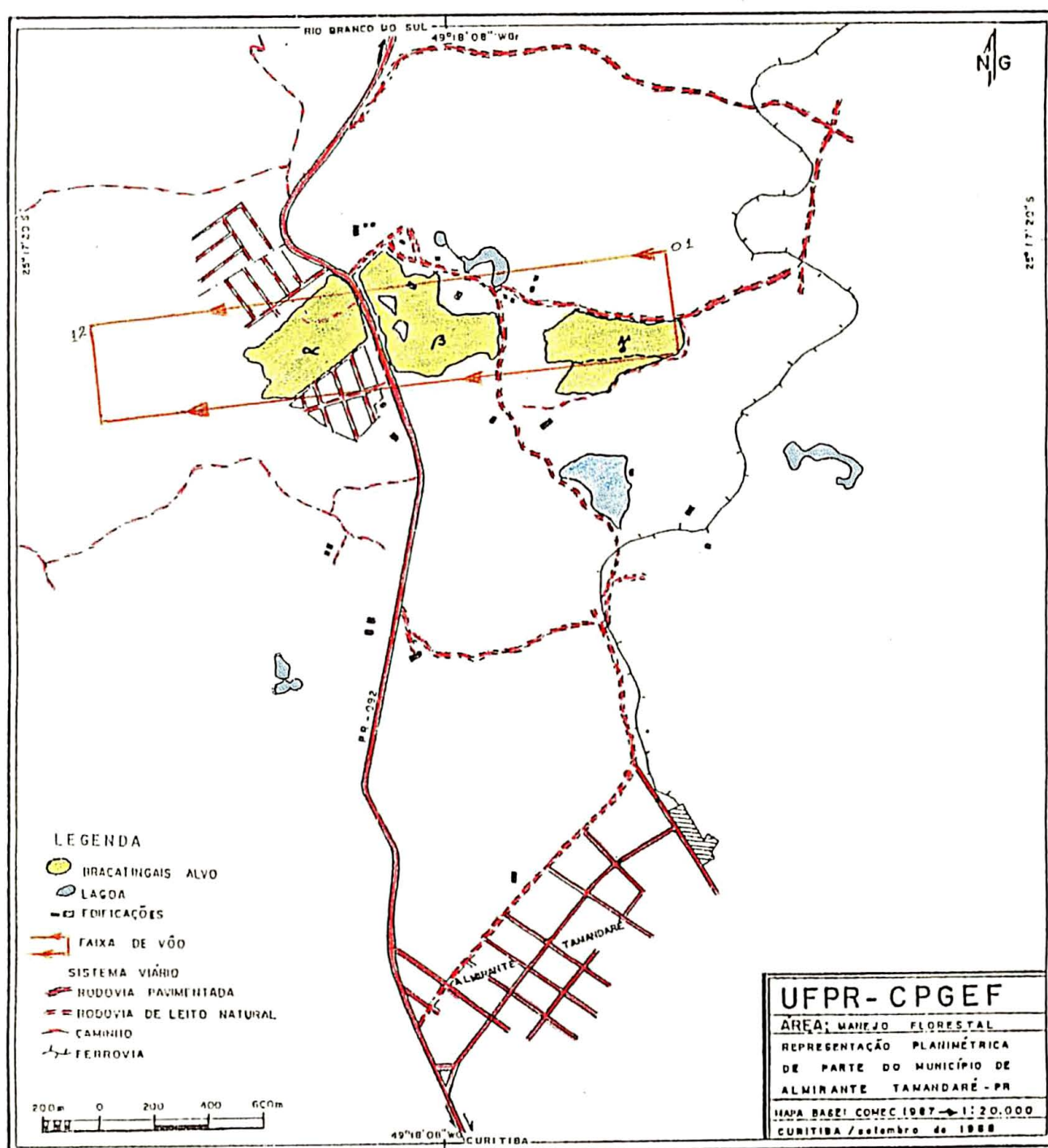
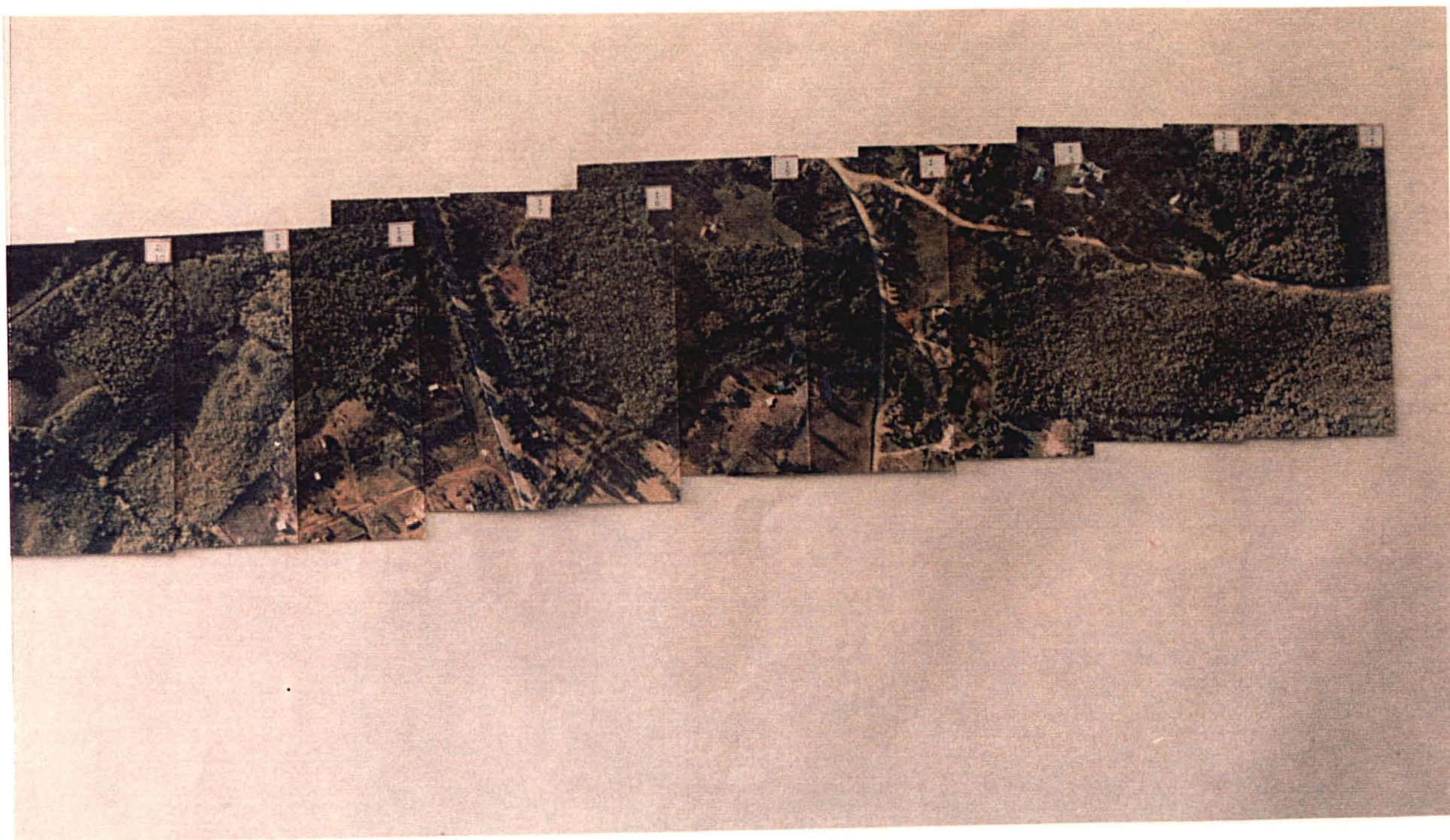


FIGURA 14 - ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS DO VÔO DE RECONHECIMENTO: POVOAMENTOS α , β E γ , EM 02.06.1988



7.5.2 Obtenção dos dados para avaliação dos danos

Os dados, para avaliação do problema observado, foram obtidos a partir da interpretação das fotografias aéreas em laboratório, identificando-se e classificando-se as copas (ou grupos delas) como sadias ou danificadas (em diferentes níveis ou estágios), verificação em campo e cálculos correlatos. Optou-se pela contagem das copas das árvores ou grupos delas e classificação em níveis de danos, com auxílio de uma chave de classificação, a partir das características observadas nas imagens fotográficas das copas e teste do material fotográfico em amostras circulares fotoidentificáveis. Para atingir essas etapas, alguns elementos foram considerados e são, a seguir, descritos.

Para evitar tendências, em virtude das cores semelhantes àquelas visíveis na natureza, registradas nas fotografias pancromáticas coloridas, interpretou-se, inicialmente, as fotografias pancromáticas P & B e, posteriormente, as pancromáticas coloridas. Finalmente, a verificação de campo permitiu obter o nível de concordância, desenvolver a interpretação definitiva e a análise dos valores resultantes.

A contagem das copas em diferentes classes, feita no overlay, foi tabulada para uma posterior análise percentual dos resultados e verificação da eficiência da fotointerpretação. Isto permitiu concluir qual o melhor tipo de filme fotográfico e escala, entre os considerados neste trabalho.

7.5.2.1 Obtenção e preparo das fotografias aéreas de pequeno formato

Após a realização de cada vôo os filmes foram processados em laboratórios comerciais, obtendo-se cópias ampliadas em papel fotográfico. Posteriormente, esse material foi analisado e foram selecionados os pares de aerofotos para a

interpretação estereoscópica. Com base na regulagem da câmara, da lente usada e nas características do voo, foram obtidas cópias em papel fotográfico, em dimensões que permitiram as escalas aproximadas de 1 : 1.000 e de 1 : 2.000, para a respectiva fotointerpretação. Esta fase foi desenvolvida no laboratório de fotogrametria e fotointerpretação do DSM/UFPR, colocando-se um overlay transparente sobre uma das aerofotos do par e traçando-se círculos para delimitar a amostra fotoidentificável, de acordo com o raio dessa amostra.

7.5.2.2 Parâmetros fotointerpretativos

A copa da bracatinga não tem uma forma bem definida, variando de acordo com o ambiente em que vegeta (item 5.3); além disso, em povoamentos danificados pelo serrador, é variável em função do nível do ataque do inseto (COSTA, 1986, p. 152). Portanto, com base nas informações iniciais obtidas na área, complementadas pelas fotografias do primeiro voo, entre os parâmetros fotointerpretativos mais usuais (MURTHA, 1972, p. 13; ANDERSON, 1982, p. 41; HELLER et al., 1983, p. 2230; MARCHETTI & GARCIA, 1986, p. 161-167), textura, estrutura, adjacências (ou correlação de aspectos associados) e tom ou cor foram utilizados na obtenção dos elementos necessários para atingir os objetivos colimados, através da observação visual estereoscópica com auxílio do estereoscópio de espelhos ODSS III, da OLD DELFT¹.

¹ Instrumento que incorpora um movimento de "varredura" ("scanner"), permitindo observar em 3-D toda a área das fotos que apresenta recobrimento estereoscópico, sem necessidade de deslocá-lo ou as fotografias; equipado com lentes oculares de 1,5X e 4,5X.

7.5.2.3 Chave de identificação

Para um adequado uso dos parâmetros fotointerpretativos é conveniente que sejam organizadas chaves de identificação, a fim de que o fotointérprete desenvolva sua tarefa fundamentado em características previamente estabelecidas. Essas chaves podem ser de dois tipos: de **eliminação** (onde o fotointérprete desenvolve seu trabalho passo a passo, eliminando os itens que não correspondem ao que interessa para o trabalho, até atingir aquele de interesse) e de **seleção** (aquela na qual o fotointérprete seleciona ou escolhe a imagem que corresponde às características do que está tentando identificar). Para este trabalho elaborou-se uma chave do tipo seleção, em que as copas danificadas foram classificadas e caracterizadas a partir do que se observou nas fotografias, com base nos parâmetros fotointerpretativos citados no item anterior. A carta de cores para vegetação, de MUNSELL (1968), complementou a classificação/identificação desejada. Através dela foi possível caracterizar, por meio de números e letras, diferentes nuances de cores.

7.5.3 Procedimentos para coleta dos dados e para verificar a fotointerpretação

O trabalho foi desenvolvido com base na avaliação combinada da fotointerpretação e sua posterior verificação em campo. MURTHA (1982, p. 156) sugere, no inventário de danos à vegetação, que se deve enumerar os indivíduos danificados, proceder à delimitação da área danificada e estratificá-la em classes de intensidade de danos. Não é possível, porém, desenvolver esse tipo de trabalho enumerando todas as árvores componentes do povoamento.

O trabalho para obtenção dos dados, ou inventários no setor florestal, é desenvolvido sobre amostras que devem representar a área objeto do levantamento (item 6.5, p. 85, deste trabalho). Independente do nível de treinamento e conhecimentos do fotointérprete, os resultados obtidos na fotointerpretação requerem, sempre, uma posterior e imediata verificação de campo para comprovar, em relação à verdade-terrestre, sua exatidão e possíveis dúvidas quanto aos objetos que não foram identificados. Essa etapa é desenvolvida, geralmente, sobre

amostras que podem ser identificadas nas fotografias e no campo, extrapolando-se, depois, os resultados obtidos para o povoamento considerado.

LÖETSCH & HALLER (1973, v. 1, p. 372) enfatizam que amostras circulares são preferidas em foto-amostragem e o número de árvores obtido na unidade amostral é, geralmente, extrapolado para a área florestal, estratificada em função de uma determinada característica; e que a fixação de um raio adequado dependerá da escala da fotografia e das características da área florestal.

Realizado o voo de reconhecimento, e processado o filme utilizado nesse voo, ficou documentado que os danos ocorriam de forma difusa ou esparsa. Dois fatores foram considerados para estabelecer a forma e a dimensão das amostras na área de estudo. O primeiro deles foi a maneira de ocorrência dos danos, enquanto o segundo, as escalas que se pretendia testar. Em virtude das pequenas dimensões dos povoamentos e forma de ocorrência dos danos, aliado a procedimentos adotados e recomendados em outros trabalhos correlatos (SPURR, 1960, p. 372; LÖETSCH & HALLER, 1973, v. 2, p. 318; CARVALHO, 1981, p. 67; PÉLLICO NETTO, 1984, p. 3; DISPERATI et al., 1986, p. 86-87; BAREMBUEM, 1988, p. 29-30), foi estabelecido o uso de amostras circulares. Esta forma conduz a uma menor quantidade de árvores de bordadura, combinada com a maior facilidade de determinar aquelas pertencentes a amostra, usando apenas uma trena.

Procurou-se, entretanto, determinar amostras em locais de diferentes características topográficas como altitude, declividade, face de exposição do terreno e localização dentro do povoamento. Foram testados, inicialmente, valores de raios entre 5 m e 12 m, classificando-se as copas apenas em danificadas e não danificadas (SCHULER & DISPERATI, 1988). Observou-se, pelos valores preliminares, que a classificação em apenas dois tipos era inadequado e que o raio de 10 m atendia melhor aos requisitos de comodidade na verificação de campo, delimitação da amostra no campo e número de árvores de acordo com os autores já citados.

Foi, portanto, estabelecido o uso de amostras circulares, com raio de 10 m e área aproximada de 314,16 m², fotoidentificáveis, e de tal forma que representassem com fidelidade a população a avaliar.

Para materializar o espaço amostral e possibilitar um acompanhamento posterior da situação dos bracingais estabeleceu-se marcar uma árvore central da amostra; no campo, determinada por um número pintado no tronco e, na fotografia aérea, identificada por reambulação ou por meio de um alvo instalado sobre a sua copa. Traçou-se, então, no overlay, círculos de 1 cm ou 2 cm de diâmetro - escalas de 1 : 2.000 e de 1 : 1.000, respectivamente - para delimitar cada amostra na fotografia.

7.5.3.1 A necessidade de sinalização artificial

Na obtenção de fotografias aéreas, dois aspectos são importantes quanto a pontos de referência que possam ser identificados no campo e, depois, nessas aerofotos. Em uma primeira etapa, quando do recobrimento aéreo, para orientar a linha de vôo. Posteriormente, na fase de interpretação, quando se deduz o significado das imagens e há a necessidade de comparar a interpretação com a verdade-terrestre.

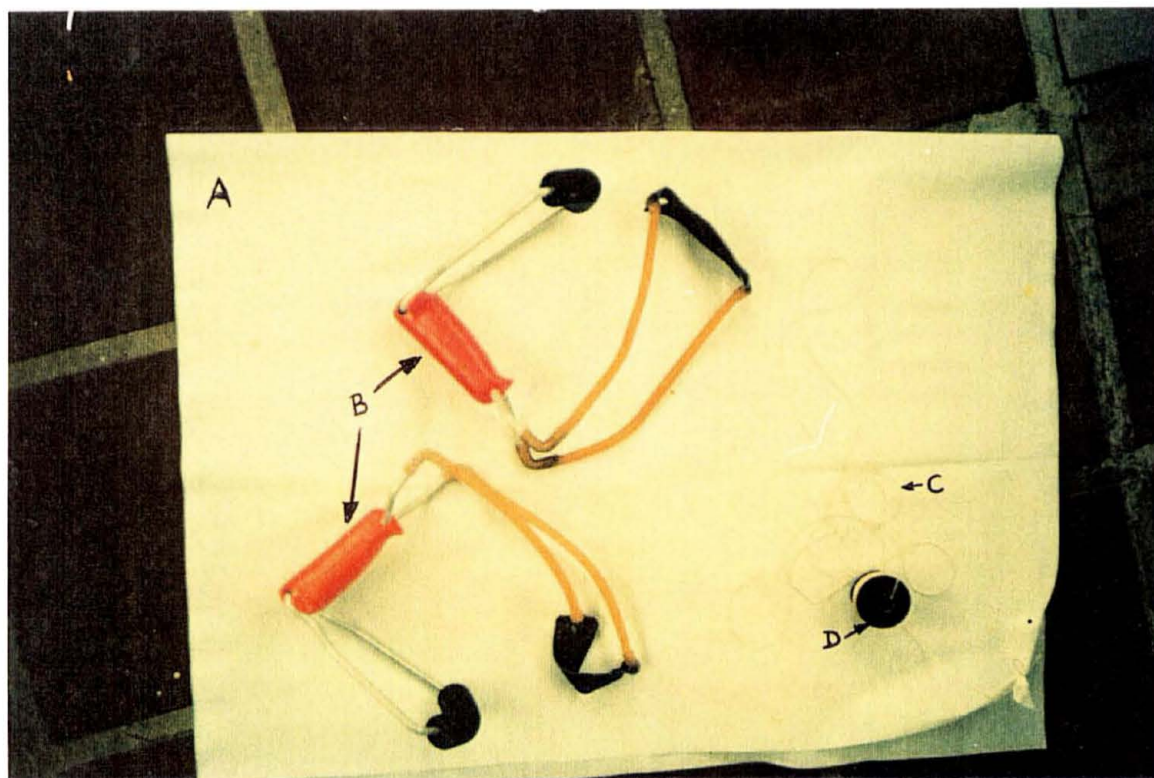
Em alguns reflorestamentos, em função da forma geométrica bem definida dos povoamentos e do espaçamento entre árvores, é mais simples a identificação de copas de interesse, na fase de interpretação das imagens fotográficas e sua verificação em campo.

Em reflorestamentos densos, florestas nativas, ou de regeneração natural, porém, a necessidade de alvos artificiais sobre as copas de árvores amostrais é, algumas vezes, fundamental para uma correta identificação das árvores ou de uma

área amostral pré-estabelecida. Pretende-se, então, testar a utilização de sinais sobre as copas das bracatingas para se verificar a sua importância no processo foto-interpretativo na área de estudo. Cada um desses alvos, composto de uma folha de plástico opaco, de 0,70 m x 1,00 m, com as duas faces brancas ou uma delas branca e a outra vermelha, foi instalado sobre a árvore central da amostra, materializando-a.

Nesse processo foi empregado uma atiradeira (estilingue) "TIRO CERTO", modelo utilizado na prática de esportes, para posicionar o alvo sobre a copa da bracatinga a ser sinalizada. A figura 15 mostra o material utilizado como alvo e para sua instalação.

FIGURA 15 - MATERIAL UTILIZADO COMO ALVO E PARA SUA INSTALAÇÃO



A: folha de plástico opaco; B: atiradeira "TIRO CERTO";
C: fio de nylon para fixar o alvo; D: munição.

7.5.4 Avaliação dos danos

A intensidade dos danos foi indicada por um número de acordo com a quantidade de copas danificadas, de bracatingas dominantes e codominantes, registradas e visíveis nas fotografias aéreas. Obtido por fotointerpretação, e verificado em campo, esse número, sob a forma percentual, foi determinado por tipo de dano e por povoamento.

Com a classificação das copas, de acordo com a tipologia adotada, procedeu-se a avaliação combinada dos resultados, por tipo de fotografia aérea e escala, obtendo-se o percentual de danos por amostra. As copas, delineadas no overlay, de acordo com tipos pré-estabelecidos, foram enumeradas e tabuladas para posterior avaliação. Finalmente, extrapolando-se os resultados amostrais obteve-se o valor para cada povoamento.

Desenvolveu-se, de forma similar, a avaliação em três diferentes períodos, para verificar possíveis variações de intensidade e área danificada, utilizando-se as mesmas amostras para obtenção dos dados.

7.5.5 Modelo do quadro para avaliação combinada dos danos

É apresentado, na figura 16, o modelo do quadro - **matriz de correlação** - utilizado para registro dos valores da fotointerpretação **versus** verdade-terrestre, para desenvolvimento da avaliação combinada, por amostra. Através desse tipo de avaliação é possível verificar o percentual de acerto da fotointerpretação em relação ao que pode realmente existir e ser observado no campo.

No cabeçalho são identificados: o povoamento, através de uma letra, o número da amostra acompanhada, o tipo de filme utilizado, a escala das aerofotos empregadas na fotointerpretação estereoscópica, o número do voo e a data em que foi realizado. Os valores registrados no quadro são os números de identificações corretas de indivíduos danificados ou não e aqueles enumerados no campo, por amostra.

FIGURA 16 - MODELO DO QUADRO PARA AVALIAÇÃO COMBINADA DOS DANOS
OBTIDOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO **versus** VERDADE-TERRESTRE

Avaliação de danos em bracatinga (*Mimosa scabrella*, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - POVOAMENTO:

amostra: - filme: - esc. fotos: - voo: - data:

fotointerpretação

t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
							###	
	T ₀							
	T ₁							
	T ₂							
	T ₃							
	T ₄							
e							a	c
	total	###					b	

$$PCT = a \times 100/c$$

$$PCF = b \times 100/c$$

- onde: **PCT** representa o percentual total de concordância, por tipo de dano, da fotointerpretação das copas danificadas em relação à verdade-terrestre;
- PCF** representa o percentual total de concordância da fotointerpretação das copas de bracatinga em relação à verdade-terrestre;
- a** representa o número total de copas de bracatingas danificadas, interpretadas corretamente;
- b** representa o número total de copas de bracatingas interpretadas corretamente;
- c** representa o número total de bracatingas por amostra, levantado por reamostragem.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo foi fotografada em quatro diferentes ocasiões, empregando-se filmes de pequeno formato, 35 mm e 70 mm, pancromáticos P & B e coloridos.

O primeiro vôo foi realizado para completar o conjunto de informações preliminares e documentar a situação dos povoamentos na ocasião, permitindo o adequado planejamento para uma conveniente avaliação da área danificada. Os demais, para fornecer os elementos necessários à avaliação desejada.

8.1 OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS DE PEQUENO FORMATO PARA UMA PRIMEIRA AVALIAÇÃO DOS DANOS

8.1.1 Segundo vôo

Processado o filme do primeiro recobrimento observou-se, nas fotografias aéreas resultantes, que os danos ocorriam de forma difusa; optou-se, então, por um novo sobrevôo da área, em duas diferentes alturas e com filmes 35 mm pancromáticos, coloridos e P & B, para verificar, a partir de uma avaliação combinada (fotointerpretação **versus** verdade-terrestre), qual o melhor material fotográfico e escala para fornecer as informações desejadas. Para possibilitar essa avaliação, foram estabelecidas amostras (item 7.5.3), cujas árvores podiam ser identificadas nas fotografias aéreas e no campo. Foram usadas duas câmaras fotográficas (uma Canon F1 e uma Yashica FX-D) simultaneamente, colocadas em um suporte externo duplo preso à porta de um avião monomotor de asa alta.

O segundo recobrimento aéreo do local de estudo, usando as fotografias de pequeno formato, foi realizado para uma primeira avaliação do estado dos bracatingais e apresentou as seguintes características:

Data: 16 de junho de 1988

Quantidade de filmes: 05 rolos (indicados por A até E)

Características dos filmes: a) filmes A, B e C: 100 ASA, 35 mm, pancromáticos coloridos;

b) filmes D e E: 100 ASA, 35 mm, pancromáticos P & B;

Quantidade de negativos: a) filme A: 36

b) filmes B, D, E e F: 37, cada

Alturas de vôo: a) filmes A e D: 900 m

b) filmes B, C e E: 450 m

Escalas dos negativos: a) filmes A e D: 1 : 18.000

b) filmes B, C e E: 1 : 9.000

Fotografias: cópias em papel nas escalas nominais de 1 : 1.000 e de 1 : 2.000

Superposição longitudinal: 60%

Quantidade de faixas: 3 sobre os povoamentos (com repetição)

Hora da tomada: entre 11 h 10 min e 11 h 40 min

Direção: L - W e W - L

Plataforma: avião monomotor, asa alta ("Regente")

Câmaras: Canon F1 e Yashica FX-D Quartz, fixadas em suporte externo duplo, preso à porta da aeronave; equipadas com lentes de 50 mm, "motor-drive", e acionadas simultaneamente por intervalômetro eletrônico de dupla saída. Velocidade do obturador e abertura do diafragma ajustadas e fixadas em 1/500 e f/5.6, respectivamente, e nas duas câmaras fotográficas. Menor dimensão do negativo paralela à linha de vôo.

A figura 17 exemplifica faixas de vôo do segundo recobrimento efetivado sobre os povoamentos componentes da área de estudo. As figuras 18 e 19 correspondem aos índices das fotografias pancromáticas coloridas e P & B - filmes II-B e II-E, respectivamente -, relativas às faixas de vôo representadas na figura 17 e que recobrem parte da área de interesse.

FIGURA 17 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FAIXAS DE VÔO EFETIVADAS SOBRE OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 16.06.1988.

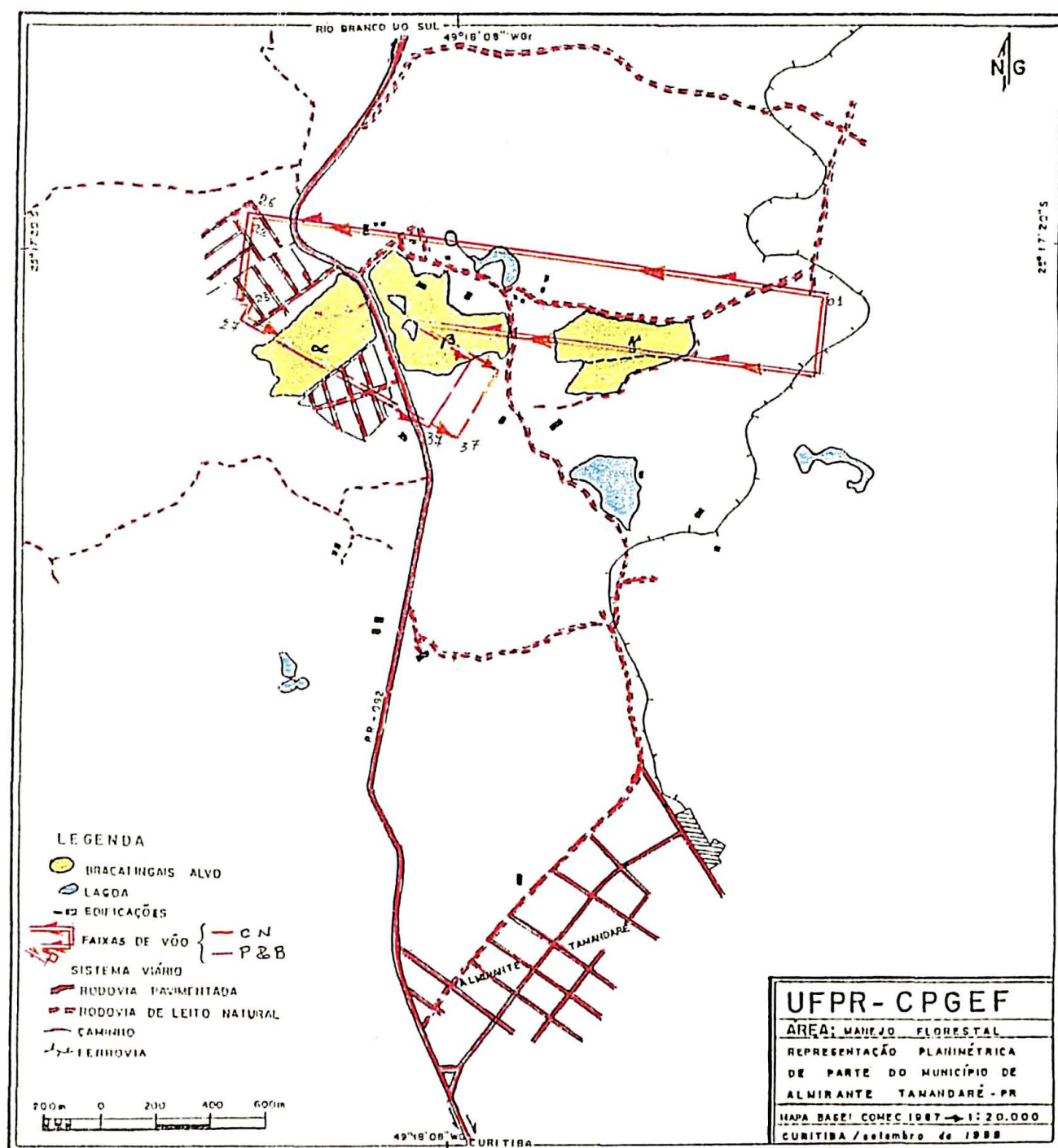


FIGURA 18 - ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS, PANCROMÁTICAS COLORIDAS, DO SEGUNDO VÔO EFETIVADO SOBRE OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 16.06.1988 (FILME II-B).

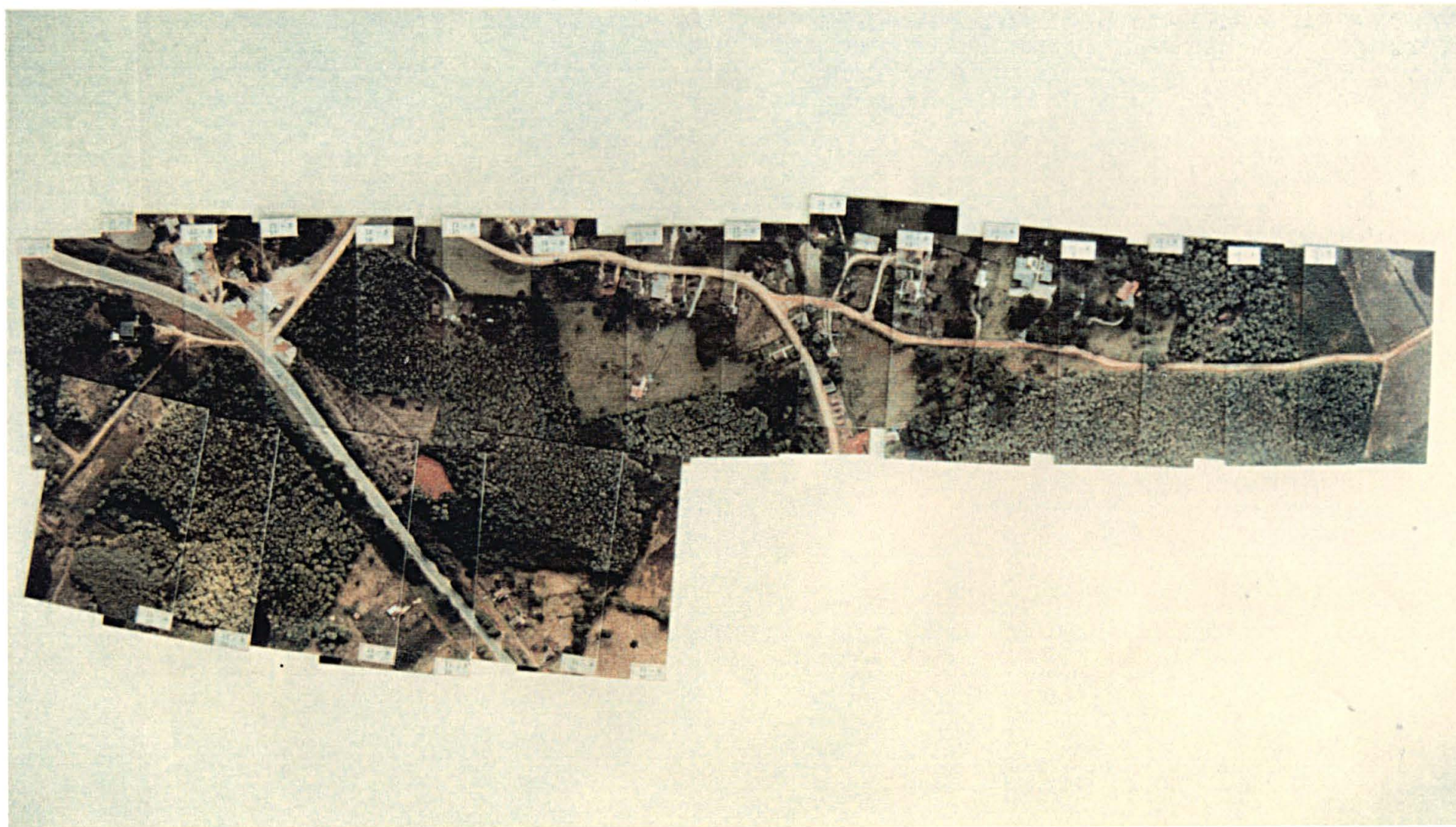
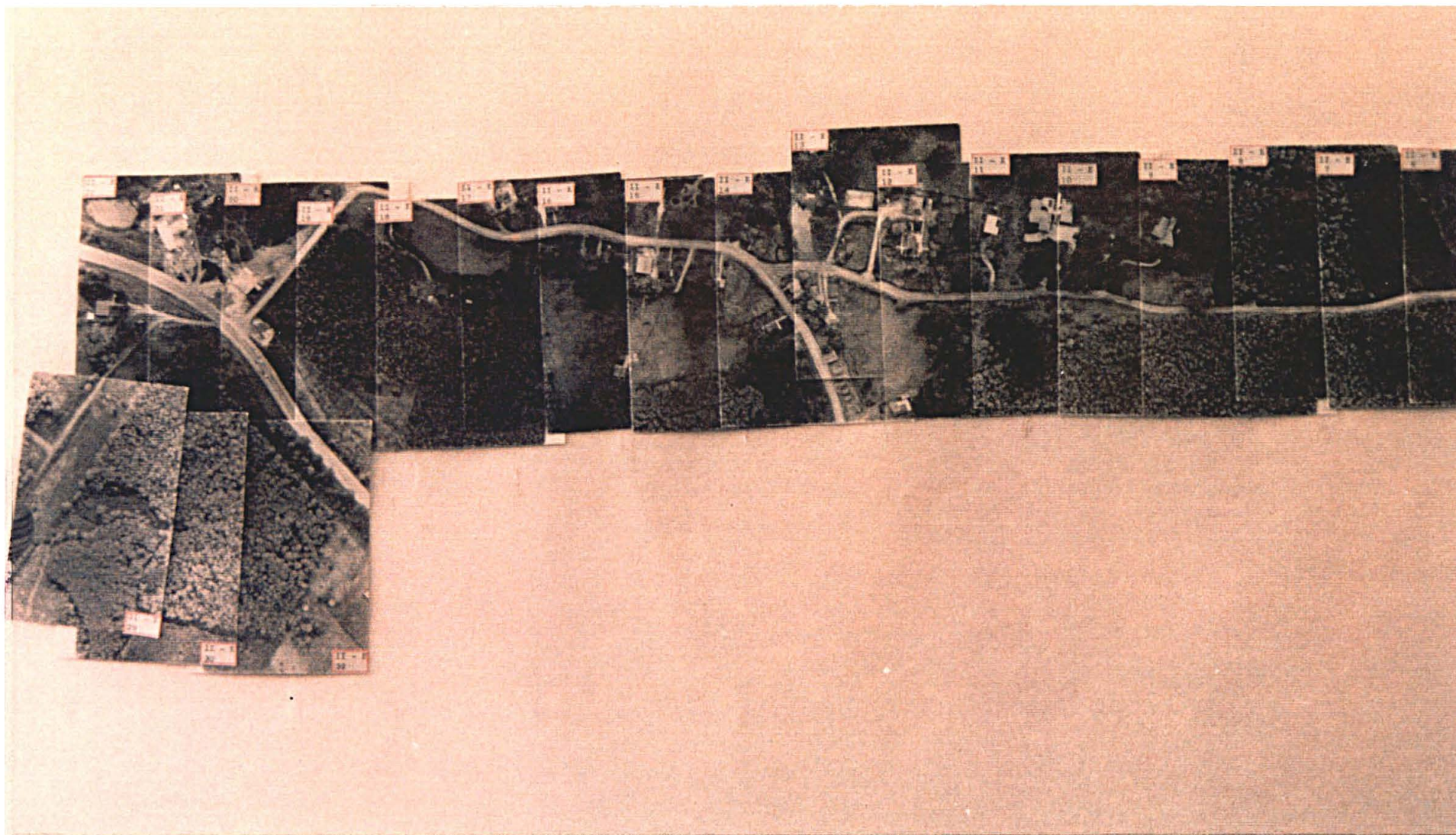


FIGURA 19 - ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS, PANCROMÁTICAS P & B, DO SEGUNDO VÔO REALIZADO SOBRE OS POVOAMENTOS α , β E γ , EM 16.06.1988 (FILME II-E).



A diferença entre áreas danificadas e não danificadas é facilmente visível, monoscopicamente, nas fotografias utilizadas. As imagens registradas fotograficamente e as observações de campo permitiram verificar um ataque seletivo das lagartas, devorando, prioritariamente, as copas das bracatingas mais velhas e, posteriormente, quando escasseava a sua folhagem, o sub-bosque composto por outras espécies. A figura 20, mostrando parte do povoamento γ , registrado em filme pancromático colorido, ressalta este aspecto quanto às bracatingas, observando-se a nítida separação entre uma área danificada (A), com cerca de 6 anos (heterogênea quanto a cor) de uma área não atacada (B), composta de plantas com cerca de 4 anos (verde mais homogêneo). A figura 21, fotografia terrestre de parte do povoamento β , evidencia espécies diversas com as copas intactas.

Ficou caracterizada a existência do problema quando do exame monoscópico das aerofotos. Contudo, a observação estereoscópica mostrou-se essencial para comprovar o dano morfológico, bem como para separar níveis de danos entre as plantas observadas.

FIGURA 20 - FOTOGRAFIA AÉREA P C DE PARTE DO POVOAMENTO γ , EVIDENCIANDO O ATAQUE SELETIVO DAS LAGARTAS - 16.06.1988



A: área de bracatinga danificada; B: área de bracatinga não danificada;
C: outras espécies

FIGURA 21 - FOTOGRAFIA TERRESTRE DE PARTE DO POVOAMENTO β , EVIDENCIANDO ESPÉCIES NÃO ATACADAS PELAS LAGARTAS - 9.06.1988



8.1.2 Chave de identificação, do tipo seleção, para caracterizar os danos nas copas das bracatingas, na área de estudo

O quadro 1 apresenta a chave, do tipo seleção, com as características para classificação das copas das bracatingas nos cinco tipos estabelecidos.

Foi elaborado a partir da observação estereoscópica das fotografias aéreas do 2º vôo e com base nos parâmetros fotointerpretativos adotados no presente trabalho.

Considerando a textura fotográfica, as copas sadias (ou ligeiramente danificadas) de bracatinga, entre os 4 e os 8 anos de idade, quando observadas estereoscopicamente sobre fotografias aéreas em escalas entre 1 : 2.000 e 1 : 1.000, apresentam uma textura fotográfica tipo couve-flor, de média a grosseira, bem homogênea, não permitindo que ramos sejam vistos; já as copas danificadas (de mediana a totalmente danificadas - desfolhadas ou mortas), apresentam textura fotográfica de grosseira a muito grosseira, como se houvessem "buracos". Dão a impressão de transparência e suas bordas têm contornos mal delineados.

Quanto ao parâmetro estrutura, dependendo do nível dos danos, verifica-se que, em copas danificadas é possível observar desde os ramos mais finos aos mais grossos, bem como sua distribuição na arquitetura das copas.

Considerando o tom ou a cor, no caso da bracatinga, a de sua copa varia do tom cinza-claro ao escuro em fotografias P & B, e do verde-acinzentado ao marrom, passando pelo marrom-amarelado nas fotografias pancromáticas coloridas. Nos dois tipos de material fotográfico essa variação depende do nível do dano e muda, respectivamente nessa ordem, da sadia para a mais danificada. A tabela de cores para vegetação (MUNSELL, 1968) permite complementar a caracterização do matiz de cor nas fotos coloridas normal.

QUADRO 1: CHAVE PARA CARACTERIZAÇÃO DE DANOS EM BRACATINGA

tipo	descrição das características observadas nas aerofotos
T ₀	árvore sadia (ou sem dano visível): copa densa, fechada; textura média a grosseira; contorno bem definido; nenhum ramo visível; verde-claro em fotos pancromáticas coloridas (2.5 GY 8/6) * e cinza-claro, uniforme, em P & B
T ₁	árvore ligeiramente danificada : textura de média a grosseira; contorno da copa ligeiramente serrilhado ou "borrado"; ramos não visíveis; verde ou cinza em tons menos claros para fotos pancromáticas coloridas (2.5 GY 7/4) * ou P & B, respectivamente, quando comparadas com o tipo anterior
T ₂	árvore medianamente danificada : textura grosseira; contorno da copa serrilhado; apresenta "buracos", dando a impressão de ser transparente e como se composta de pequenos agregados; estrutura parcialmente visível, permitindo a observação de alguns ramos; verde-castanho em fotos pancromáticas coloridas (2.5 GY 6/4) * e cinza em P & B
T ₃	árvore fortemente danificada : textura grosseira a muito grosseira; contorno da copa irregular; estrutura quase totalmente visível, permitindo a observação de muitos ramos; o sub-bosque e/ou o estrato herbáceo parcialmente visível; marrom-claro em fotos pancromáticas coloridas (7.5 YR 6/6) * e cinza escuro em P & B
T ₄	árvore totalmente danificada (árvore morta ou totalmente desfolhada): copa totalmente desprovida de folhas; textura muito grosseira; toda a estrutura visível, permitindo a observação de todos os ramos; o sub-bosque e/ou o estrato herbáceo facilmente visível; marrom-escuro em fotos pancromáticas coloridas (7.5 YR 4/4) * e cinza-escuro a preto em pancromáticas P & B

* MUNSELL (1968)

8.1.3 Caracterização visual das copas, por fotografias terrestres, em função do estado vegetativo das bracatingas

As figuras 22 - A e B -, constituídas de fotografias terrestres que registram diversas bracatingas, mostram o aspecto das árvores, de acordo com os cinco tipos de danos em que são classificadas. Desde o tipo T₀, ausência de danos visíveis, até o tipo T₄, planta totalmente desfolhada ou morta.

FIGURA 22 - CARACTERIZAÇÃO VISUAL, POR FOTOGRAFIAS TERRESTRES, DOS TIPOS DE COPAS OBSERVADAS NOS BRACATINGAIS ("Mato Dentro" - Almirante Tamandaré - 1988)

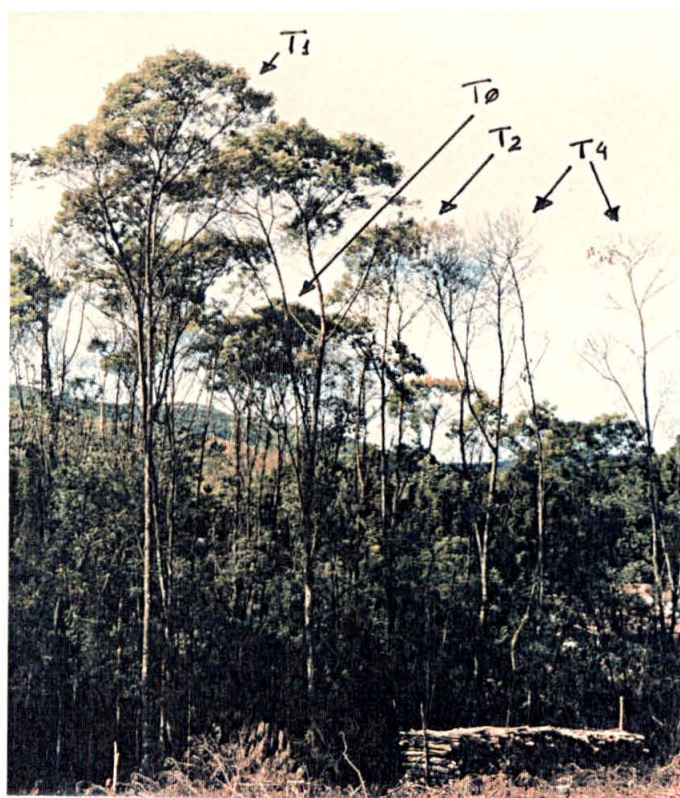


A

T_1 : árvore ligeiramente danificada

T_3 : árvore fortemente danificada

T_4 : árvore morta ou totalmente desfolhada



B

T_0 : árvore sadia ou sem dano visível

T_1 : árvore ligeiramente danificada

T_2 : árvore medianamente danificada

T_4 : árvore morta ou totalmente desfolhada

8.1.4 Caracterização visual, por fotografias aéreas, das copas das bracatingas, de acordo com os tipos estabelecidos

Nas figuras 23 e 24 indicam-se, respectivamente, em fotografias aéreas de pequeno formato, pancromáticas, P & B e coloridas, os cinco tipos de copas em que foram classificadas as bracatingas. É possível observar, visual e monoscopicamente, pela variação do tom de cinza ou diferença de cor, alguns dos tipos de danos considerados. As fotografias foram tomadas no mesmo instante, observando-se, dessa forma, o registro da mesma área, porém, com um pequeno deslocamento lateral da área fotografada. Isso ocorreu em função do posicionamento das duas câmaras com filmes diferentes, montadas no mesmo suporte, lado a lado, e em uma direção perpendicular à lateral da aeronave.

FIGURA 23 - CARACTERIZAÇÃO VISUAL, POR FOTOGRAFIA AÉREA, P & B, DOS TIPOS DE COPAS OBSERVADAS NOS BRACATINGAIS

("Mato Dentro" - Almirante Tamandaré - 2º. vôo: 16.06.1988)

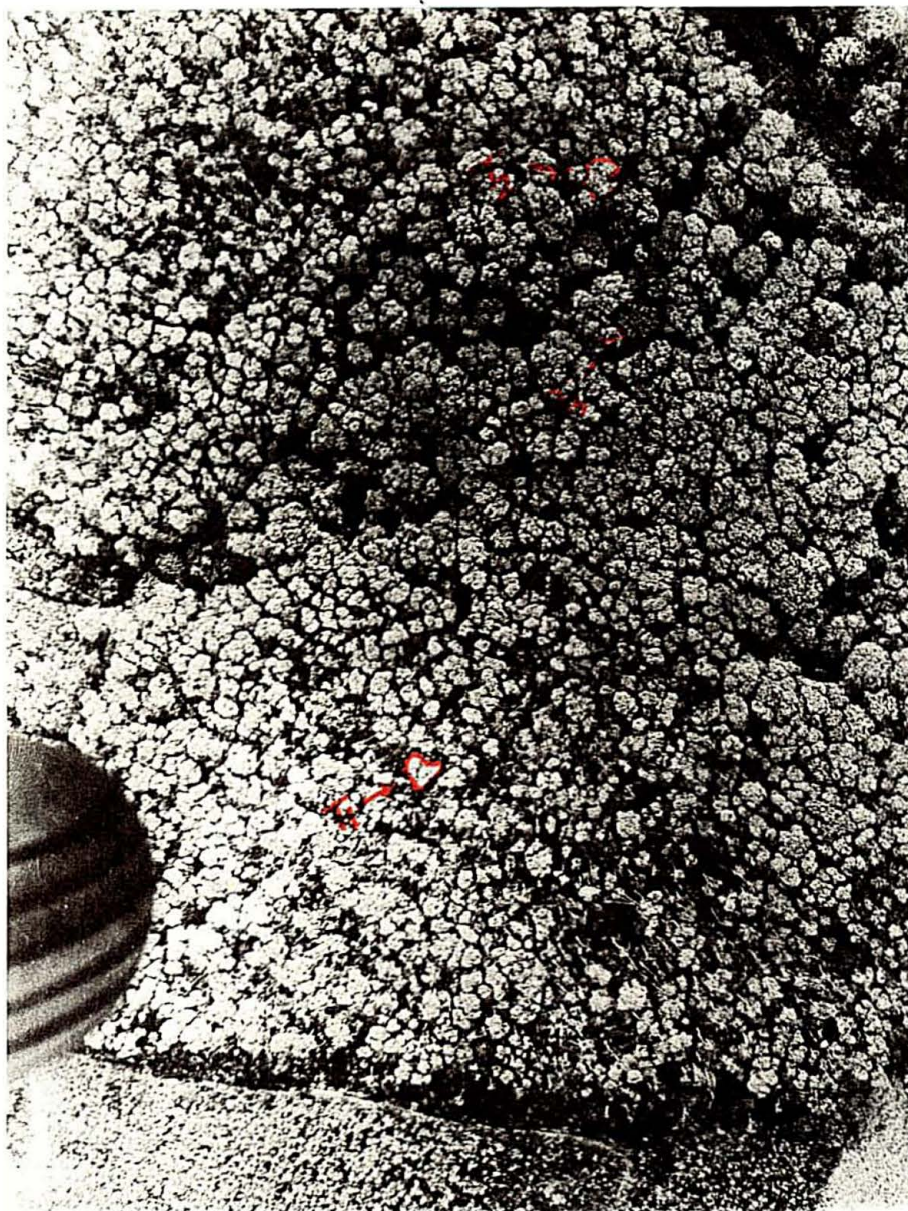


FIGURA 24 - CARACTERIZAÇÃO VISUAL, POR FOTOGRAFIA AÉREA, P C, DOS TIPOS DE COPAS OBSERVADAS NOS BRACATINGAIS ("Mato Dentro" - Almirante Tamandaré - 2º. voo: 16.06.1988)



8.1.5 Alguns resultados gráficos da fotointerpretação

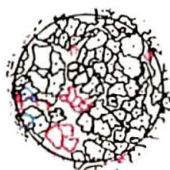
A interpretação estereoscópica das fotografias aéreas de pequeno formato conduziu ao traçado de 50 "overlays", utilizando-se tinta nanquim nas cores azul, vermelha e preta para representar, de acordo com a convenção adotada, os cinco tipos em que foram classificadas as copas das bracatingas. A figura 25, A, mostra a representação gráfica resultante da interpretação das fotografias P C, da amostra 1 do povoamento α , na escala de 1 : 2.000. Na mesma figura, B e C correspondem à mesma amostra, resultantes, porém, das fotografias P & B e P C, respectivamente, e na escala de 1 : 1.000. A contagem dos diversos tipos foi tabulada em quadros, conforme modelo apresentado no item 7.5.5. Posteriormente, esses valores foram verificados em campo, tomando, assim, possível desenvolver a avaliação combinada, fotointerpretação x verdade-terrestre, completando, dessa forma, o citado quadro. Os valores numéricos correspondentes, das amostras representadas graficamente na figura 25 e das demais amostras, são apresentados no anexo 1.

FIGURA 25 - RESULTADOS GRÁFICOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO DA AMOSTRA 1
DO POVOAMENTO α : A: AEROFOTOS P C, NA ESCALA DE 1 : 2.000;
B E C: AEROFOTOS P & B E P C, NA ESCALA DE 1 : 1.000

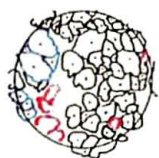
A



B



C



c
o
n
v
e
n
ç
ã
o

T
0:0
1:0
2:0
3:0
4:0

8.1.6 Eficiência da fotointerpretação

Heliófila, altamente exigente quanto à insolação, a bracatinga, em função do manejo adotado, se desenvolve, na área de estudo, em povoamentos que apresentam, nos primeiros anos, altíssimas densidades de plantas por hectare. Em função dessa característica da espécie e forma de manejo há uma seleção natural nos povoamentos e as plantas menos desenvolvidas morrem, em virtude, principalmente, do sombreamento. Em geral, até os 10 primeiros anos constitui o extrato dominante, dando ao fotointérprete um efeito semelhante à imagem de agrupamentos puros.

Para verificar a adequabilidade das fotografias aéreas de pequeno formato e as escalas consideradas foi desenvolvida a avaliação combinada entre a interpretação das aerofotos e a verificação de campo nas amostras correspondentes. Em função disso, a eficiência da fotointerpretação e sua análise foi fundamental para atingir os objetivos colimados.

Utilizando as fotografias do 2º. recobrimento foi realizada a fotointerpretação estereoscópica. Os resultados numéricos, obtidos no desenvolvimento da avaliação combinada, estão apresentados no anexo 1 e sumarizados na tabela 4. Foram analisadas, inicialmente, após o 2º. voo, 563 bracatingas e suas respectivas imagens, registradas nas aerofotos de pequeno formato. Destas, 201 no povoamento α , 155 no povoamento β e 207 no povoamento γ .

Após a análise percentual, por voo, extrapolou-se os resultados amostrais para a área, por hectare a fim de analisar os valores de tipo de dano por hectare.

8.1.7 Análise e discussão dos resultados pertinentes ao segundo voo

Depois do segundo voo foram estabelecidas quatro amostras no povoamento α , três amostras no povoamento β e quatro amostras no povoamento γ , totalizando 201, 155 e 207 bracingas, respectivamente, em cada um deles considerando as árvores dominantes e co-dominantes. Cada uma dessas amostras, fotoidentificável, tinha um raio de 10 m e área aproximada de 314,16 m². Verificou-se, no campo, a existência de árvores não visíveis, nos povoamentos α , β e γ , de 12,0%, 14,5% e 16,0%, respectivamente. Estas não foram computadas, por não serem visíveis nas aerofotos.

A tabela 4 resume os resultados da fotointerpretação **versus** verdade-terrestre, referente ao 2º voo sobre a área de estudo, ou seja, o percentual de concordância da interpretação das fotografias aéreas de pequeno formato em relação à verdade-terrestre, considerando o total de bracingas e o total por tipo de dano. Nela estão indicados o número da amostra (2ª coluna) por povoamento e a quantidade de bracingas visíveis nas fotografias aéreas e contadas no campo, por amostra (entre parênteses). Quanto ao tipo de filme utilizado e respectiva cópia fotográfica, fez-se um resumo dos resultados quanto à escala utilizada.

TABELA 4: RESULTADOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO *versus* VERDADE-TERRESTRE
(percentuais de concordância - vôo: 16.06.1988)

PO- VOA- MENTO	A M O S T R A	TIPO DE FILME							
		PANCROMÁTICO COLORIDO				PRETO E BRANCO			
		ESCALA				ESCALA			
		1 : 2.000		1 : 1.000		1 : 2.000		1 : 1.000	
		% TB	% TD	% TB	% TD	% TB	% TD	% TB	% TD
α	1 (54)	79,63	72,22	98,15	92,59	122,22	85,18	135,19	90,74
	2 (51)	84,31	78,43	92,16	90,20	72,55	58,82	86,27	62,75
	3 (60)	81,67	76,67	96,67	93,33	88,33	70,00	105,00	80,00
	4 (36)	91,67	66,67	94,44	88,89	105,56	77,78	113,89	86,11
β	1 (55)	89,09	78,18	98,18	90,91	116,36	85,45	138,18	89,09
	2 (54)	77,78	77,78	98,15	88,89	124,07	85,19	172,22	90,74
	3 (46)	67,39	63,04	82,61	71,74	154,35	63,04	178,26	65,22
γ	1 (50)	90,00	80,00	96,00	84,00	#####	#####	#####	#####
	2 (58)	79,31	74,14	94,83	89,66	#####	#####	#####	#####
	3 (46)	84,78	80,43	97,83	86,96	#####	#####	#####	#####
	4 (53)	73,58	71,70	96,23	88,68	#####	#####	#####	#####

TB: total de brachatingas; TD: tipo de dano

Obs.: 1. valores acima de 100,00% indicam erro de comissão;

2. valores abaixo de 100,00% indicam erro de omissão.

A análise do percentual de concordância de copas de bracatingas identificadas corretamente nas quatro amostras do povoamento α , em relação à verdade-terrestre, variando de 12,04%, entre 79,63% e 91,67% para as fotografias pancromáticas coloridas em 1 : 2.000, e 3,71%, entre 94,44% e 98,15%, para aquelas na escala de 1 : 1.000, evidenciou a vantagem dessas últimas em relação às primeiras. Esses resultados, inclusive, são semelhantes aos obtidos por DISPERATI et al. (1986), quando do mapeamento de bracatingais em diferentes classes de idade, utilizando aerofotos verticais 35 mm, P C, em escala de 1 : 3.000, e ampliação com lupa de 8X.

Quanto à classificação por tipo de dano verificou-se, para as P C, uma variação de 11,76%, entre 66,67% e 78,43%, na escala de 1 : 2.000, e 4,44%, entre 88,89% e 93,33%, para a escala de 1 : 1.000. Em todas, observou-se um aumento homogêneo nos percentuais de concordância, quando se considerou um aumento da escala de 1 : 2.000 para 1 : 1.000 embora, em todas as amostras, na separação por tipo de dano, os percentuais de concordância tenham sido menores que o total de bracatingas interpretadas. Análise semelhante foi conduzida para os outros dois povoamentos.

Por outro lado, os erros para mais, ou erros de comissão, à exceção das amostras 2 (nas escalas de 1 : 2.000 e de 1 : 1.000) e 3 (na escala de 1 : 2.000) do povoamento α , foram maiores quando se utilizou o filme P & B nas duas escalas avaliadas na identificação da espécie bracatinga, em relação ao filme pancromático colorido. E, de uma maneira geral, os erros de comissão também foram maiores nas fotografias P & B, quando se analisou o povoamento β na escala de 1 : 2.000, e muito maiores na escala de 1 : 1.000, fato igualmente observado no povoamento α . Considerando as fotografias P C, verificaram-se erros de omissão, nas duas escalas estabelecidas, porém, sem uma variabilidade tão grande, como a observada nas fotos P & B, nas respectivas escalas, na identificação das copas das bracatingas.

De forma análoga, a identificação por tipo de dano apresentou percentuais de concordância semelhantes àqueles obtidos quando da identificação das copas das bracingas nas aerofotos. Examinando os resultados obtidos com as aerofotos P & B, verifica-se, na tabela 4, que as amostras 2, do povoamento α , e 3, do povoamento β , nas duas escalas, apresentaram os piores percentuais de concordância (62,75% e 65,22%). Por outro lado, com o filme P C, observa-se fato semelhante com a amostra 4, de α , que apresentou o resultado mais discrepante (66,67%). Considerando, agora, os dois tipos de filmes e as escalas analisadas, constata-se que, excetuando a amostra 2, do povoamento β , os valores obtidos na escala de 1 : 1.000, com as fotografias P C, foram, sempre, superiores àqueles obtidos com as fotografias P & B. Exceção se verifica, também, na amostra 1 do povoamento α (escala de 1 : 2.000), fotografias P & B, cujo erro de omissão foi menor que aquele observado para a mesma amostra, quando o registro foi feito com as fotografias pancromáticas coloridas, na mesma escala. Contudo, nessa mesma amostra, e na de número 4, na escala de 1 : 1.000, observou-se uma pequena vantagem, 1,85% e 2,78%, respectivamente, das fotografias P C sobre as P & B, enquanto a diferença foi muito significativa, 27,45% e 13,33%, quando se considerou as amostras 2 e 3 do mesmo povoamento.

E, finalmente, resumindo a análise desenvolvida, pode-se enfatizar que os resultados, sintetizados na tabela 4, evidenciaram um melhor desempenho das fotografias pancromáticas coloridas sobre as fotografias P & B; e, considerando as escalas, observou-se que, em 1 : 1.000, os valores foram melhores que na escala de 1 : 2.000.

Os valores registrados no anexo 1 permitem verificar uma maior ocorrência, nos três povoamentos, de bracingas classificadas como do tipo T₃, tanto na verdade de campo, quanto na fotointerpretação, atingindo até 63,89% do

total da amostra 4, de α . Tal predominância pode ser explicada pela idade dos povoamentos (entre 6 e 8 anos), quando fatores como a degenerescência das plantas, associada à ação de diversos agentes daninhos, principalmente o serrador e, ultimamente, o *D. epiolina*, têm atuado sobre esses povoamentos. Exceções se observam na amostra 3 do povoamento β , com uma ligeira mudança para o tipo T₂, e na amostra 1, do povoamento γ , este com 50% das bracatingas classificadas como T₁. Talvez, pela idade das árvores componentes da amostra (4 anos), tenha havido, até a época, uma menor ação dos diversos agentes daninhos.

Nesse voo o recobrimento da faixa sobrevoada não permitiu obter fotografias P & B sobre o povoamento γ , relativas às amostras estabelecidas. O controle da faixa sobrevoada, sendo feito de forma visual e, lateralmente, pela janela da aeronave, faz com que o piloto perca parte do referencial, ocorrendo, assim, perda de registro de objetos de interesse. Em função do deslocamento lateral, em relação à linha de voo projetada, 3 dos filmes não foram utilizados para a fotointerpretação estereoscópica.

8.1.7.1 Análise e discussão dos resultados extrapolados, considerando os valores de tipos de danos por hectare

Determinado o número de bracatingas por tipo de dano, em cada amostra (valores indicados no anexo 1), foi calculado o total por tipo de dano para as amostras estabelecidas em cada povoamento e, em seguida, o percentual correspondente (Tabela 5). A partir da extrapolação desses valores percentuais, obteve-se o valor por hectare para cada tipo de dano (Tabela 6).

TABELA 5 - TIPO DE DANO POR AMOSTRAS DE CADA POVOAMENTO: FOTOINTERPRETAÇÃO E VERDADE-TERRESTRE - VÔO: 16.06.1988

Valores consolidados a partir dos quadros apresentados no anexo 1

TIPO DE DANO	FOTOINTERPRETAÇÃO												VERDADE TERRESTRE			
	TIPO DE FILME															
	PANCROMÁTICO COLORIDO						PRETO E BRANCO									
	ESCALA						ESCALA									
	1 : 2.000			1 : 1.000			1 : 2.000			1 : 1.000						
	POVOAMENTO			POVOAMENTO			POVOAMENTO			POVOAMENTO			POVOAMENTO			
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ	
T ₀	$\frac{n^{\circ}}{\%$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{4}{2,37}$	$\frac{2}{1,04}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{1}{0,50}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{0}{0,00}$	####	$\frac{1}{0,45}$	$\frac{0}{0,00}$	####	$\frac{2}{1,00}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{4}{1,93}$
T ₁	$\frac{n^{\circ}}{\%$	$\frac{8}{4,76}$	$\frac{3}{2,46}$	$\frac{26}{15,38}$	$\frac{13}{6,77}$	$\frac{5}{3,45}$	$\frac{22}{11,06}$	$\frac{16}{8,25}$	$\frac{2}{0,99}$	####	$\frac{24}{10,86}$	$\frac{2}{0,80}$	####	$\frac{17}{8,46}$	$\frac{9}{5,81}$	$\frac{35}{16,91}$
T ₂	$\frac{n^{\circ}}{\%$	$\frac{30}{17,86}$	$\frac{23}{18,85}$	$\frac{36}{21,30}$	$\frac{28}{14,58}$	$\frac{30}{20,69}$	$\frac{46}{23,12}$	$\frac{51}{26,29}$	$\frac{9}{4,46}$	####	$\frac{51}{23,08}$	$\frac{8}{3,19}$	####	$\frac{29}{14,43}$	$\frac{27}{17,42}$	$\frac{49}{23,67}$
T ₃	$\frac{n^{\circ}}{\%$	$\frac{93}{55,36}$	$\frac{69}{56,56}$	$\frac{69}{40,83}$	$\frac{115}{59,90}$	$\frac{75}{51,72}$	$\frac{86}{43,22}$	$\frac{92}{47,42}$	$\frac{147}{72,77}$	####	$\frac{107}{48,42}$	$\frac{170}{67,73}$	####	$\frac{119}{59,20}$	$\frac{71}{45,81}$	$\frac{76}{36,71}$
T ₄	$\frac{n^{\circ}}{\%$	$\frac{37}{22,02}$	$\frac{27}{22,13}$	$\frac{34}{20,12}$	$\frac{34}{17,71}$	$\frac{35}{24,14}$	$\frac{44}{22,11}$	$\frac{35}{18,04}$	$\frac{44}{21,78}$	####	$\frac{38}{17,19}$	$\frac{71}{28,29}$	####	$\frac{34}{16,92}$	$\frac{48}{30,97}$	$\frac{43}{20,77}$
T ₅	$\frac{n^{\circ}}{\%$	$\frac{168}{100,00}$	$\frac{122}{100,00}$	$\frac{169}{100,00}$	$\frac{192}{100,00}$	$\frac{145}{100,00}$	$\frac{199}{100,00}$	$\frac{194}{100,00}$	$\frac{202}{100,00}$	####	$\frac{221}{100,00}$	$\frac{251}{100,00}$	####	$\frac{201}{100,00}$	$\frac{155}{100,00}$	$\frac{207}{100,00}$

nº : número de bracingas interpretadas (fotointerpretação) ou identificadas (verdade-terrestre) por amostras de cada povoamento

% : percentual de bracingas interpretadas (fotointerpretação) ou identificadas (verdade-terrestre) por amostras de cada povoamento

TABELA 6 - DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DO DANO POR HECTARE E POR POVOAMENTO - VÔO: 16.06.1988

Valores extrapolados das amostras para valores por ha

TIPO DE DANO	FOTOINTERPRETAÇÃO												VERDADE TERRESTRE		
	TIPO DE FILME														
	PANCROMÁTICO COLORIDO						PRETO E BRANCO								
	ESCALA						ESCALA								
	1 : 2.000			1 : 1.000			1 : 2.000			1 : 1.000					
	POVOAMENTO			POVOAMENTO			POVOAMENTO			POVOAMENTO			POVOAMENTO		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
T_0 $\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{2,37}{32}$	$\frac{1,04}{16}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{0,50}{8}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{0,00}{0}$	####	$\frac{0,45}{8}$	$\frac{0,00}{0}$	####	$\frac{1,00}{16}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{1,93}{32}$
T_1 $\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{4,76}{64}$	$\frac{2,46}{32}$	$\frac{15,38}{207}$	$\frac{6,77}{103}$	$\frac{3,45}{53}$	$\frac{11,06}{175}$	$\frac{8,25}{127}$	$\frac{0,99}{21}$	####	$\frac{10,86}{191}$	$\frac{0,80}{21}$	####	$\frac{8,46}{135}$	$\frac{5,81}{96}$	$\frac{16,91}{279}$
T_2 $\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{17,86}{239}$	$\frac{18,85}{244}$	$\frac{21,30}{286}$	$\frac{14,58}{223}$	$\frac{20,69}{318}$	$\frac{23,12}{366}$	$\frac{26,29}{406}$	$\frac{4,46}{96}$	####	$\frac{23,08}{406}$	$\frac{3,19}{85}$	####	$\frac{14,43}{231}$	$\frac{17,42}{287}$	$\frac{23,67}{390}$
T_3 $\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{55,36}{740}$	$\frac{56,56}{732}$	$\frac{40,83}{549}$	$\frac{59,90}{915}$	$\frac{51,72}{795}$	$\frac{43,22}{685}$	$\frac{47,42}{732}$	$\frac{72,77}{1559}$	####	$\frac{48,42}{852}$	$\frac{67,73}{1804}$	####	$\frac{59,20}{947}$	$\frac{45,81}{754}$	$\frac{36,71}{605}$
T_4 $\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{22,02}{294}$	$\frac{22,13}{286}$	$\frac{20,12}{271}$	$\frac{17,71}{271}$	$\frac{24,14}{371}$	$\frac{22,11}{350}$	$\frac{18,04}{279}$	$\frac{21,78}{467}$	####	$\frac{17,19}{302}$	$\frac{28,29}{753}$	####	$\frac{16,92}{271}$	$\frac{30,97}{509}$	$\frac{20,77}{342}$
T_5 $\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{100,00}{1337}$	$\frac{100,00}{1294}$	$\frac{100,00}{1345}$	$\frac{100,00}{1528}$	$\frac{100,00}{1538}$	$\frac{100,00}{1584}$	$\frac{100,00}{1544}$	$\frac{100,00}{2143}$	####	$\frac{100,00}{1759}$	$\frac{100,00}{2663}$	####	$\frac{100,00}{1600}$	$\frac{100,00}{1645}$	$\frac{100,00}{1647}$

% : percentual de bracingas por amostra

n/ha : número de bracingas - danificadas e total - por hectare

Considerando a identificação por tipo de dano verifica-se que os tipos T₂ e T₄, para o filme pancromático colorido, em função do percentual em relação à verdade-terrestre, foram identificados com maior precisão que os demais. Por outro lado, o tipo T₃ foi o de pior identificação, principalmente nos povoamentos α e γ , quanto aos valores percentuais.

Quando da observação estereoscópica, com o material fotográfico e escalas testadas, verificou-se que nem sempre é possível separar, em um dado instante, com exatidão, as bracingas totalmente desfolhadas daquelas mortas, embora classificadas como do tipo T₄.

A ampliação fotográfica, na escala de 1 : 1.000, resultante do filme pancromático colorido, conduziu a valor superior à do mesmo tipo, na escala de 1 : 2.000, bem como às ampliações do filme P & B, em qualquer das duas escalas analisadas. E, entre as duas escalas, observou-se que o filme P & B, ampliação na escala de 1 : 2.000, principalmente no povoamento β , foi o que apresentou menor valor de concordância, fato inclusive ressaltado na linha "total" da tabela 6, quando se considerou o valor agregado dos diversos tipos de dano em que se constatou grandes variações, com erros de comissão e de omissão elevados.

Considerando o total dos valores, verificou-se uma maior concordância entre povoamentos para o filme pancromático colorido que aqueles obtidos com o filme P & B, nas duas escalas, observando-se, porém, valores mais coerentes para o pancromático colorido em 1 : 1.000 que, pela maior escala, conduziu a melhor observação da copa. Embora erros de omissão fossem observados, manteve-se uma maior coerência de percentuais, enquanto, para o filme P & B, as discrepâncias, ora erros de omissão, ora erros de comissão, foram bem maiores, quando se comparou resultados da fotointerpretação por tipo de dano com a verdade-terrestre.

8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A SINALIZAÇÃO ARTIFICIAL

Sobre a árvore central das amostras do povoamento β ¹ foram instalados alvos para testar a sua eficiência com relação ao problema surgido, espécie florestal-alvo e área de estudo considerada.

Para posicionar o alvo sobre a copa da bracatinga centro da amostra amarrrou-se, em cada um de dois vértices opostos da folha de plástico - ver item 7.5.3.1 -, um barbante de nylon. Na extremidade de um deles fixou-se um peso, de forma cilíndrica, de cerca de 100 g, para funcionar como munição a ser lançada sobre a copa da bracatinga. Posicionada a folha de plástico procedeu-se à sua fixação, amarrando-se os barbantes no tronco da bracatinga onde o alvo havia sido instalado. As figuras 26 (vista terrestre) e 27 (vista aérea) mostram um deles, instalado na árvore central da amostra 3, do povoamento β . Evitou-se a amarração dos barbantes em árvores vizinhas, para eliminar a possibilidade do alvo ser deslocado pelo movimento diferente causado pelos ventos em diferentes árvores. Observou-se que alguns alvos permaneceram sobre as copas por alguns dias, enquanto outros até um máximo de 3 meses. Plástico rasgado ou o seu simples deslocamento do local onde havia sido instalado inicialmente foram os dois problemas observados.

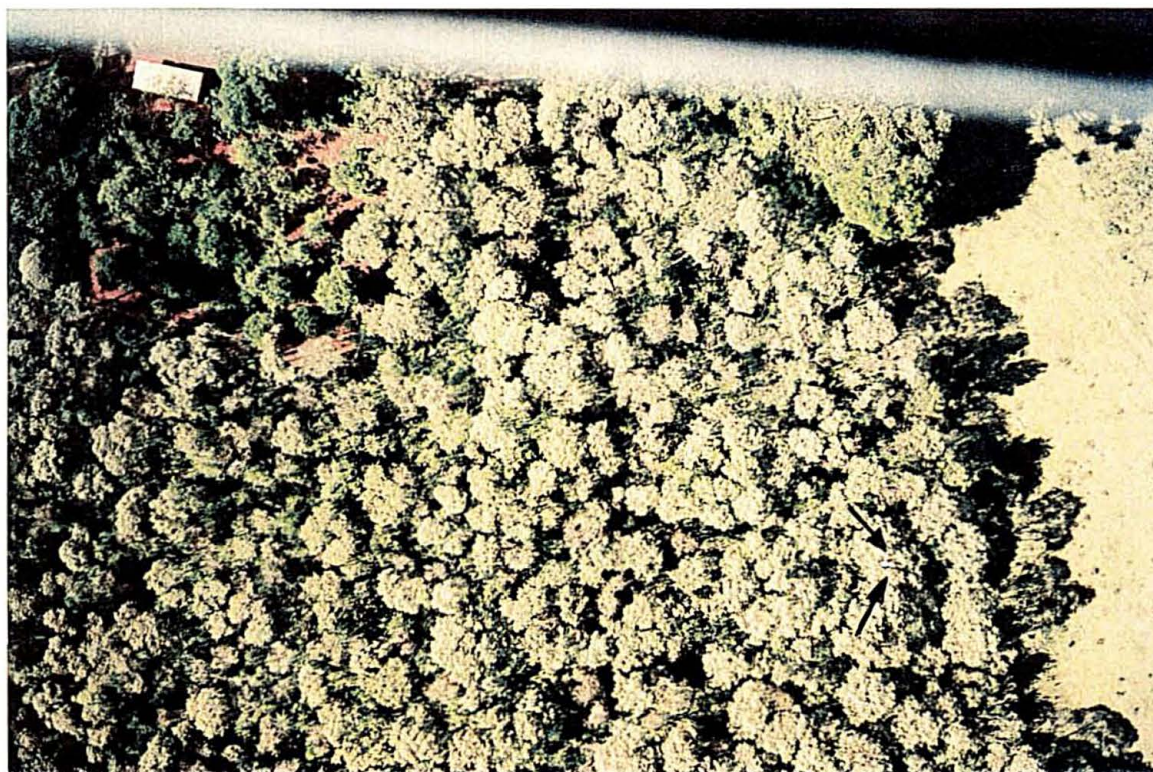
No caso da área de estudo, em função das pequenas dimensões e formas dos povoamentos, e das constantes visitas à área, a necessidade de sinalização artificial não constituiu um elemento imprescindível para identificar as árvores amostrais, bem como para orientar a linha de vôo.

¹ Foi escolhido esse povoamento por estar próximo da residência do proprietário, tornando mais fácil a vigilância com o material utilizado como alvo e sua manutenção no local.

FIGURA 26 - ALVO INSTALADO SOBRE A ÁRVORE CENTRAL DE UMA AMOSTRA:
POVOAMENTO β , AMOSTRA 3 (VISTA TERRESTRE)



FIGURA 27 - ALVO INSTALADO SOBRE A ÁRVORE CENTRAL DE UMA AMOSTRA:
POVOAMENTO β , AMOSTRA 3 (VISTA AÉREA)



8.3 OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS DE PEQUENO FORMATO PARA UMA SEGUNDA AVALIAÇÃO DOS DANOS

8.3.1 Terceiro voo

Em 05 de dezembro de 1988 procedeu-se a um novo recobrimento aéreo dos povoamentos da área de estudo, para acompanhamento do estado das copas das árvores e verificação de possíveis alterações. Usou-se, como plataforma, um helicóptero e duas câmaras fotográficas (uma Canon F1 e uma Yashica FX-D) em um suporte duplo manual e, uma câmara de vídeo (Panasonic PV-320), para obtenção de fotografias pancromáticas, coloridas e P & B, e imagens de vídeo coloridas. As tomadas foram feitas em duas diferentes alturas e, também, com a aeronave parada sobre algumas amostras, a fim de verificar a possibilidade de obtenção de registro das copas com maiores detalhes. As câmaras fotográficas foram posicionadas no suporte de tal forma que o maior lado do negativo ficou paralelo à aeronave e segundo a linha de voo.

O terceiro voo sobre a área de estudo, para verificação, documentação e avaliação de possíveis mudanças ocorridas nas copas das bracatingas, foi realizado no final da primavera, obtendo-se fotografias verticais e oblíquas; suas características são a seguir relacionadas:

Data : 05 de dezembro de 1988

Quantidade de filme : 11 rolos, indicados pelas letras A até K

Características dos filmes : a) A até H: 100 ASA, 35 mm, pancromáticos coloridos;

b) I: 100 ASA, 35 mm, pancromático P & B;

c) J e K: filmes 35 mm, coloridos infravermelhos;

Quantidade de negativos : a) filmes A, B, D, E, F, G, I: 37 em cada;

b) filme C: 34

c) filme H: 25

Alturas de vôo : 180 m e 280 m;

Escalas dos negativos : diversas

Fotografias : cópias em papel na escala de 1 : 1.000 e diversas

Superposição longitudinal : 60% e variada

Quantidade de faixas: 1, parcialmente em condições de se obter estereoscopia

Hora da tomada : entre 16h 00min e 17h 00min (horário de verão);

Direção : L - W e W - L

Plataforma : helicóptero monorrotor, tipo esquilo

Velocidade: variada

Câmaras : Canon F1 e Yashica FX-D Quartz, em suporte externo duplo, manejado manualmente; equipadas com lente de 50 mm, "motor-drive" e acionadas simultaneamente, por intervalômetro eletrônico de dupla saída. Velocidade do obturador e abertura do diafragma ajustadas e fixadas em 1/500 e f/5.6, respectivamente, e nas duas câmaras fotográficas.

As fotografias aéreas dos povoamentos α e γ resultaram oblíquas baixas neste vôo, impedindo sua adequada utilização para a fotointerpretação planejada.

A figura 28 indica faixas parciais de vôo que, efetivamente, resultaram em material fotográfico passível de atender a interpretação requerida. As figuras 29 e 30, respectivamente índice das aerofotos pancromáticas coloridas (filme III-A) e P & B (filme III-I), indicam os melhores resultados desse terceiro sobrevôo. Verifica-se que a barra de pouso do helicóptero aparece, encobrendo alguns objetos de interesse.

Nesse recobrimento, foram testados dois filmes 35 mm, colorido infravermelho, porém, por problemas de processamento, foram perdidos.

Com as imagens de vídeo foi possível uma observação geral, porém monoscópica, dos três povoamentos componentes da área de estudo e verificação da situação dos alvos.

FIGURA 28 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA INDICANDO FAIXAS PARCIAIS DE VÔO RESULTANTES DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO: 05.12.1988

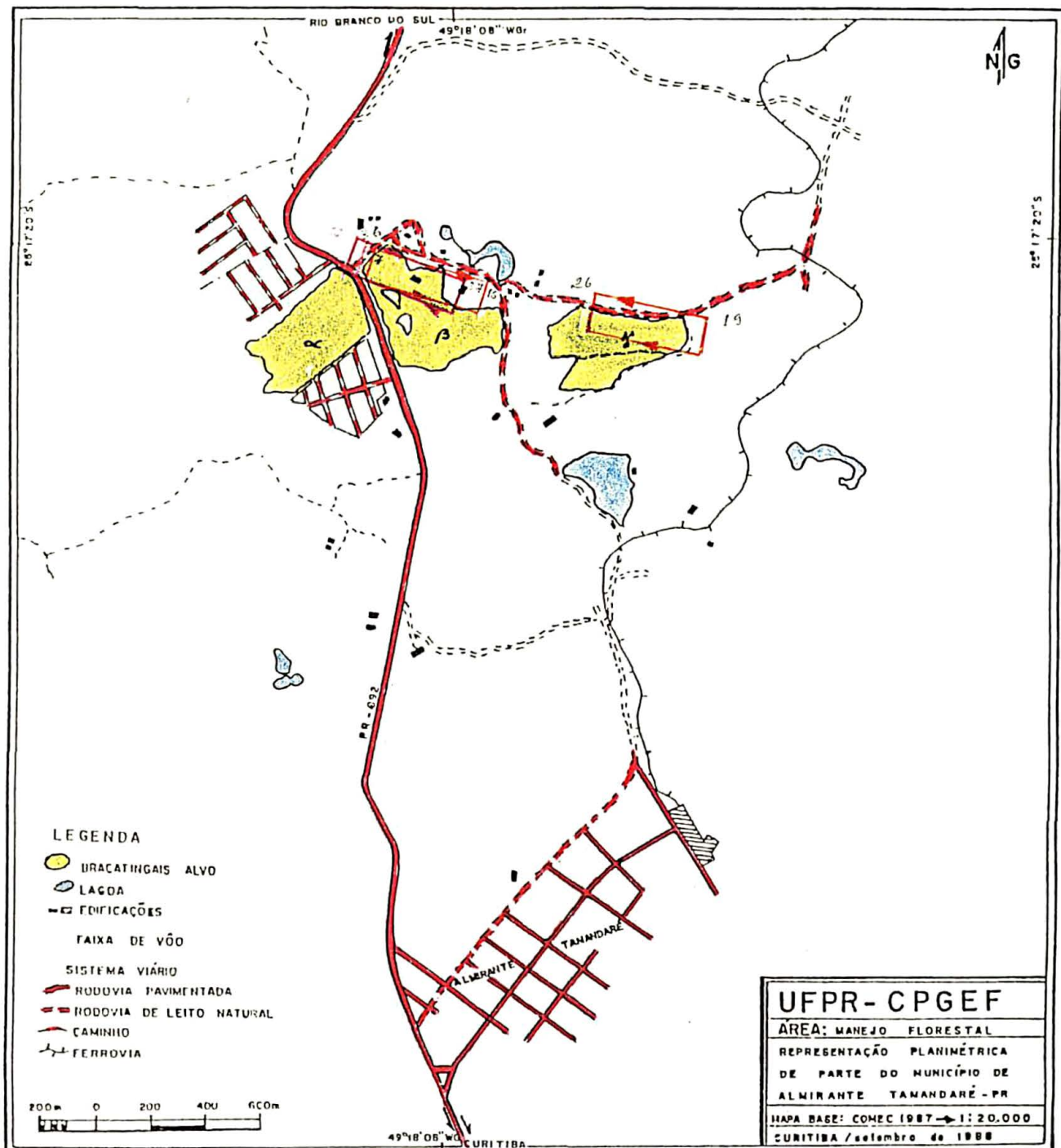


FIGURA 29 - ÍNDICE DAS AEROFOTOS PANCROMÁTICAS COLORIDAS (FILME III-A) RESULTANTES DO
TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO, EM 05.12.1988

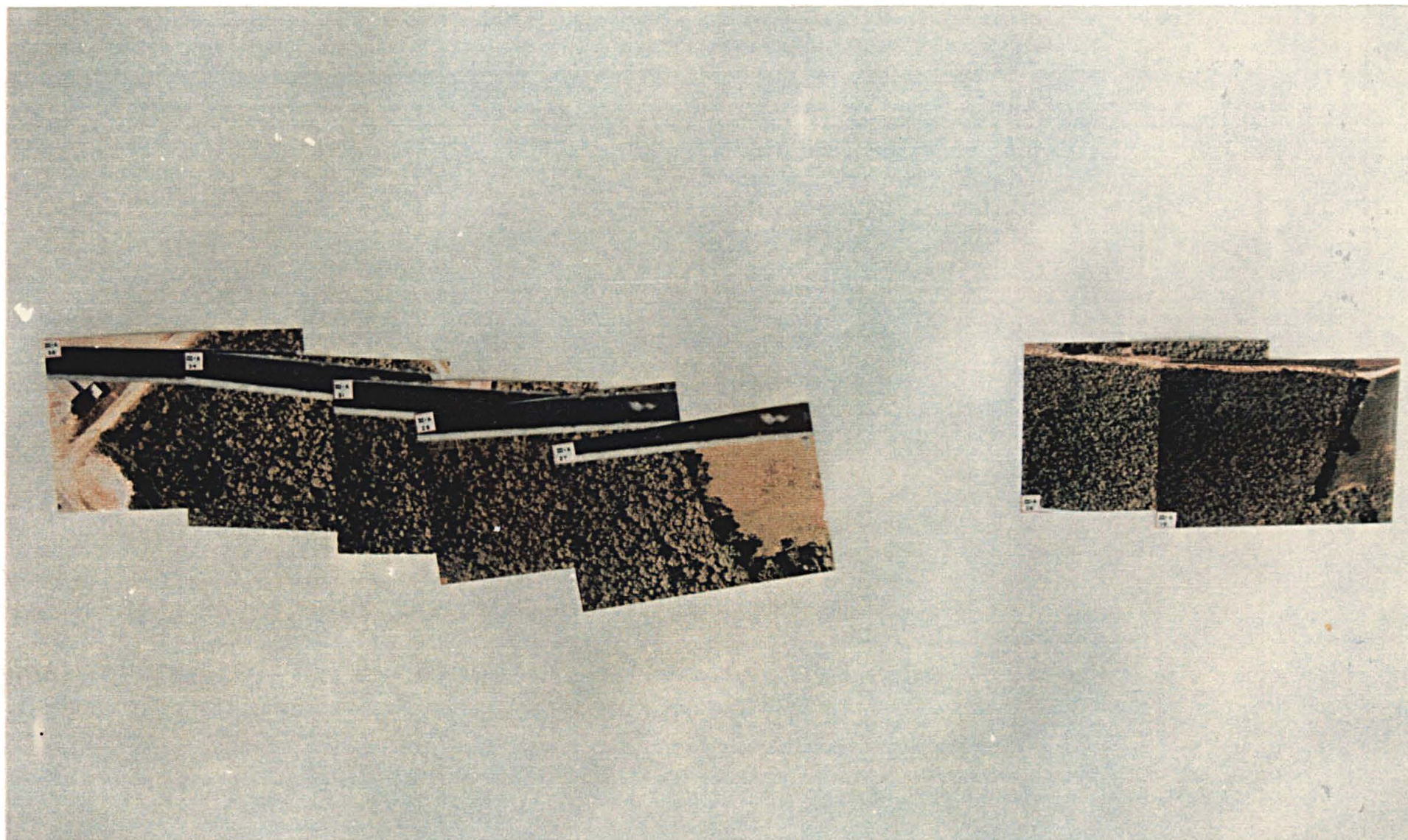
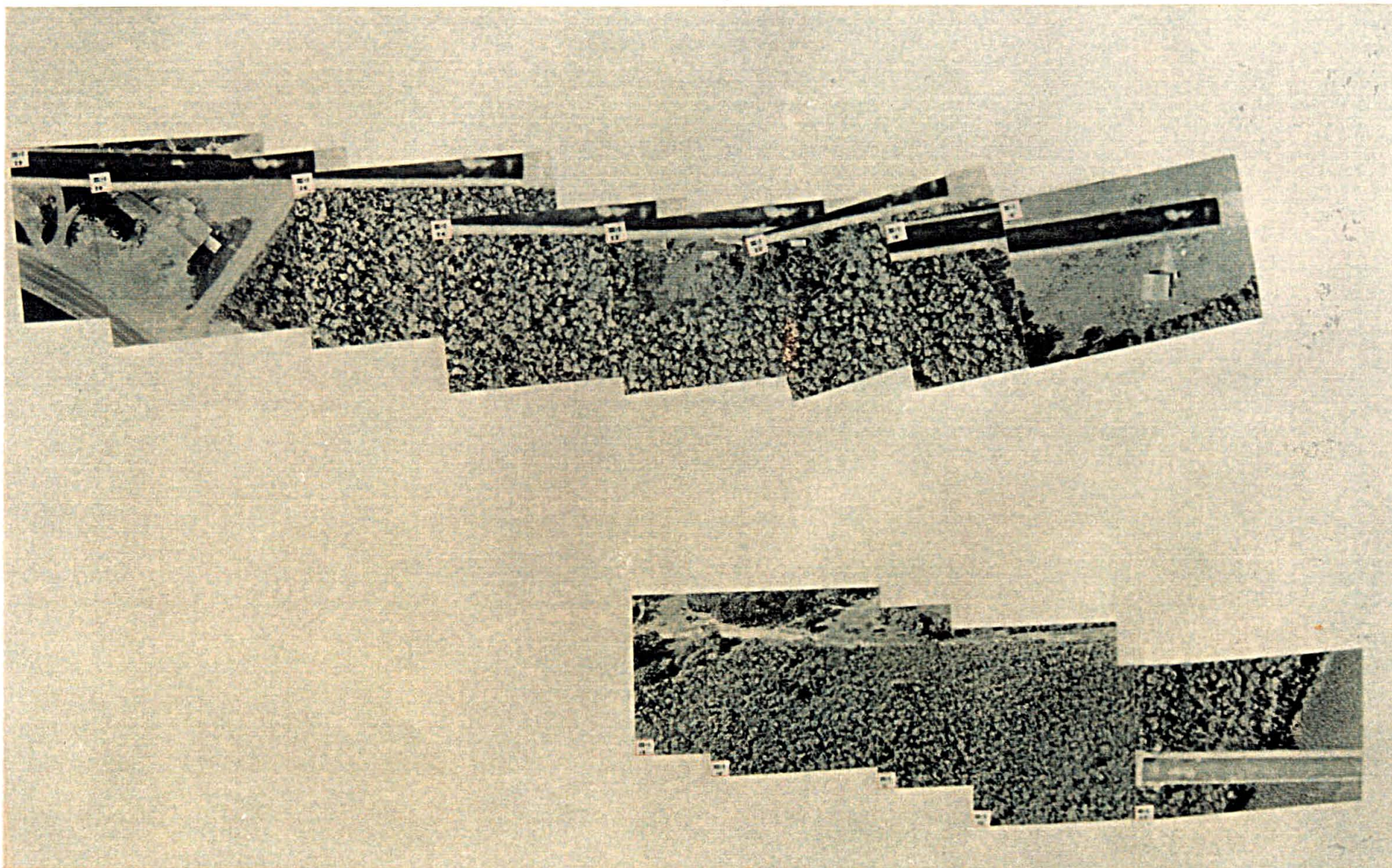


FIGURA 30 - ÍNDICE DAS AEROFOTOS PANCROMÁTICAS P & B (FILME III-I) RESULTANTES DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO, EM 05.12.1988



8.3.2 Análise e discussão dos resultados pertinentes ao terceiro voo

O terceiro recobrimento da área de estudo usando, como plataforma de tomada, um helicóptero, e um suporte manual para duas câmaras, conduziu a fotografias aéreas de baixa qualidade, restringindo ao povoamento β a interpretação de algumas aerofotos. Em virtude dos melhores valores na escala de 1 : 1.000, obtidos anteriormente, trabalhou-se apenas nessa escala com o material fotográfico disponível. Os resultados dos percentuais de concordância da fotointerpretação **versus** verdade-terrestre (Tabela 7), inclusive, contrariam parcialmente os resultados e a análise apresentados no item 8.1.7.

Com as fotografias do 3º voo foi observada uma redução de 11,61% no número de bracingas do povoamento β , em relação ao valor considerado no início do acompanhamento, referente às amostras 1, 2 e 3 (Tabela 7). A visita às áreas amostrais permitiu constatar, também, uma alteração na quantidade de bracingas classificadas em determinado tipo de dano. Nesse novo levantamento foram contadas 137 bracingas, distribuídas nas três amostras acompanhadas.

TABELA 7: RESULTADOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO **versus** VERDADE-TERRESTRE (percentuais de concordância - voo: 05.12.1988)

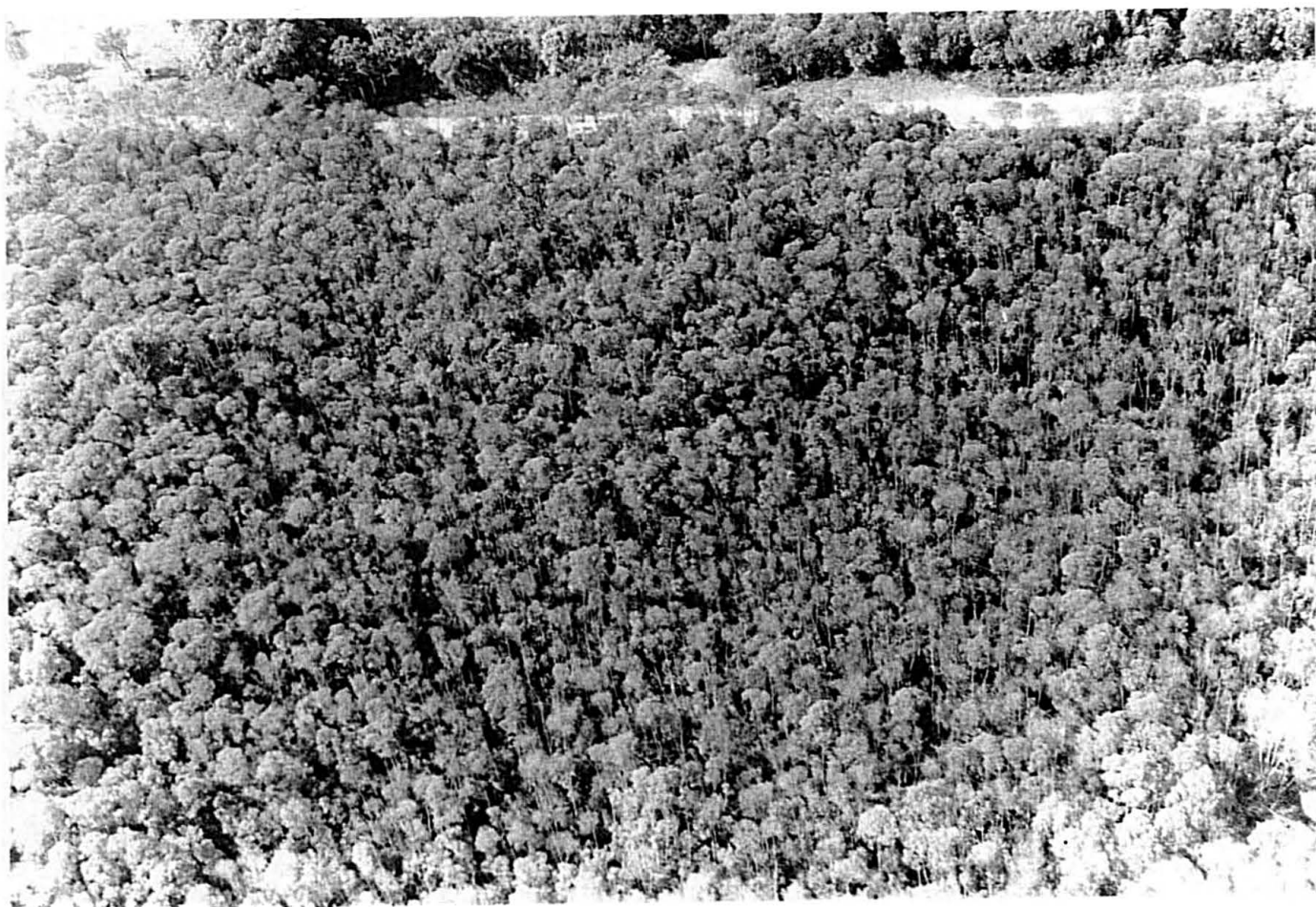
PO- VOA- MENTO	A M O S T R A	TIPO DE FILME					
		PANCROMÁTICO COLORIDO			PRETO E BRANCO		
		ESCALA			ESCALA		
		1 : 2.000	1 : 1.000		1 : 2.000	1 : 1.000	
			% TB	% TD		% TB	% TD
1	(49)	####	77,55	75,51	####	106,12	87,76
β 2	(46)	####	86,96	82,61	####	89,13	78,26
3	(42)	####	152,38	95,24	####	140,48	97,62

TB: total de bracingas; TD: tipo de dano

Obs.: valor abaixo de 100,00% indica erro de omissão; valor acima de 100,00% indica erro de comissão.

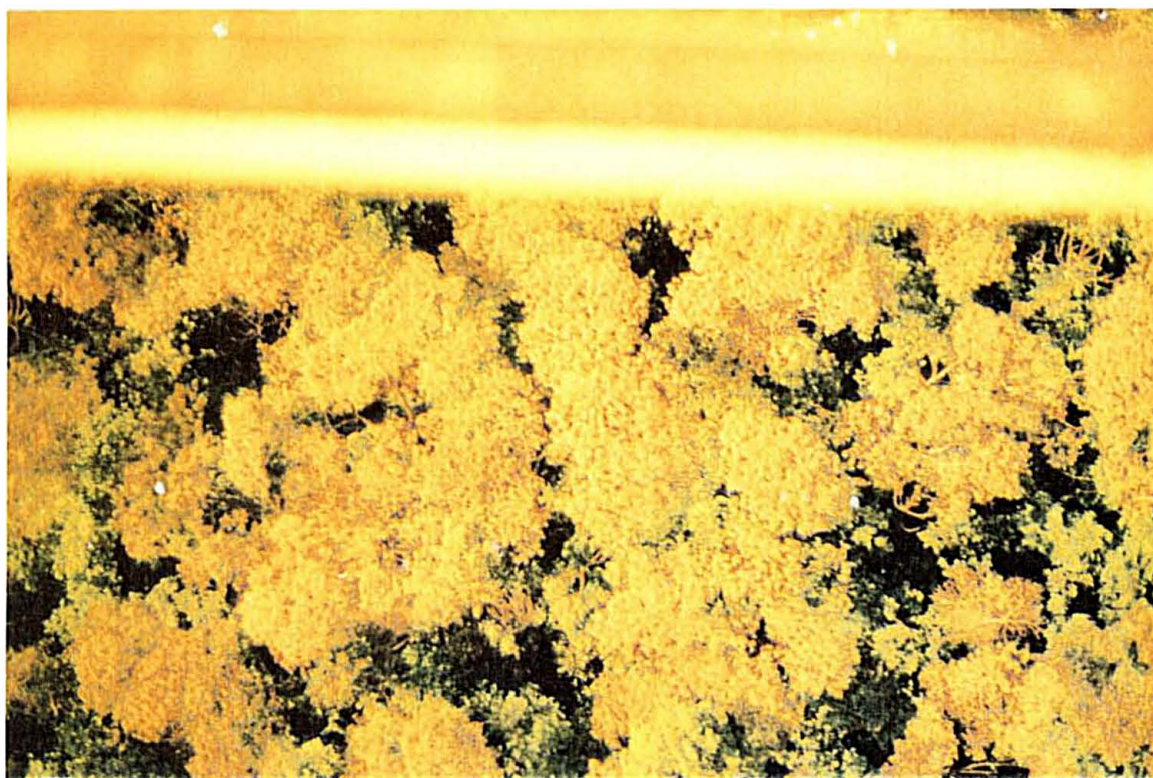
A figura 31 mostra fotos oblíquas, realçando a má qualidade desse material para a interpretação desejada onde é possível observar, facilmente, os troncos das bracatingas.

FIGURA 31 - AEROFOTO OBLÍQUA RESULTANTE DO TERCEIRO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE INTERESSE. BRACATINGAS COMPONENTES DO POVOAMENTO γ (FILME III-I): 05.12.1988



A figura 32 apresenta o resultado fotográfico obtido com o helicóptero parado ($\pm 180\text{m}$) sobre as copas de algumas bracingas componentes do povoamento α (filmes III-I e III-E). Verificou-se que é possível, a uma altitude de 180 m, fotografar copas com o helicóptero parado sobre elas, porém, apenas em um instante. Em seguida, o movimento da hélice principal provoca uma grande turbulência, acarreta um "espalhamento" das copas e altera completamente o seu aspecto. Essas mudanças fisionômicas nas copas, registradas em fotografias consecutivas, impedem a interpretação estereoscópica.

FIGURA 32 - FOTOGRAFIA AÉREA REALÇANDO A TURBULÊNCIA PROVOCADA PELA HÉLICE PRINCIPAL DO HELICÓPTERO QUANDO PARADO SOBRE BRACINGAS COMPONENTES DO POVOAMENTO α ($\pm 180\text{m}$): 05.12.1988



Em função, principalmente, dessa baixa qualidade, observa-se erro de comissão elevado no resultado da amostra 3, obtido com o auxílio das fotografias P C, na escala considerada (Tabela 7). Verifica-se, também, que as fotografias P & B conduziram a resultados melhores que aqueles obtidos com as fotografias P C, tanto na identificação do total de bracatingas, como no tipo do dano. Exceção foi a amostra 2, com percentual de tipo de dano que resultou, com as fotografias P C, em um valor superior àquele obtido com as P & B.

Nesse povoamento verificou-se que, além da redução do número de plantas de *M. scabrella* por amostra, algumas, classificadas em determinado tipo de dano, migraram para um outro tipo (Anexo 2). Por exemplo, no registro inicial classificou-se, na amostra 1, 1 bracatinga como T₁, 7 como T₂, 30 como T₃ e 17 como T₄; na avaliação terrestre, após o 3º voo, foram classificadas 3 bracatingas como T₁, 10 como T₂, 21 como T₃ e 15 como T₄. Observou-se, aí, recuperação de algumas plantas, passando para um tipo de menor dano. Analogamente, observou-se fato semelhante nas duas outras amostras, com maior variação na amostra de número 2. Isso, inclusive, foi comprovado com a verificação de campo (comparando os valores dos anexos 1 e 2)

Considerando os valores apresentados no anexo 2 e a interpretação das aerofotos P C, verifica-se que as maiores diferenças em relação aos resultados do voo anterior (Anexo 1) ocorrem no grupo classificado como do tipo T₂, nas três amostras analisadas. Por outro lado, na interpretação das aerofotos P & B, observou-se maior variação nos tipos T₃ e T₄, em relação aos valores correspondentes, obtidos após o 2º recobrimento. Inclusive em percentual que atinge, como na amostra 2, o dano do tipo T₃, cerca de 29% daquele primeiro resultado.

8.3.2.1 Análise e discussão dos resultados extrapolados, considerando os valores de tipos de danos por hectare

Procedendo da mesma maneira descrita no item 8.1.7.1, 1º parágrafo, foram montadas as tabelas 8, com os valores apresentados no anexo 2, e 9, a partir dos resultados expressos na tabela 8.

Analisando os valores sintetizados na tabela 9, verifica-se que os tipos de danos por hectare, determinados pela interpretação das aerofotos P C, foram menos discrepantes, em relação à verdade-terrestre, que aqueles obtidos com as P & B. Com erro de comissão máximo de 7,97% (T₁) e mínimo de 2,77% (T₄), este foi o melhor valor obtido com as aerofotos P C. Quanto às aerofotos P & B, verificaram-se, à exceção do tipo T₁, erros de comissão e omissão em percentuais bem maiores que as P C. Considerando o total das cinco classes, ou o total de bracatingas enumeradas, observa-se que as fotografias P C conduziram a um resultado mais próximo da verdade-terrestre, erro de comissão de 3,60%, que aquele obtido com as fotografias P & B, erro de 10,94%. Evidencia-se, assim, novamente, a superioridade das fotografias aéreas de pequeno formato, P C, sobre as P & B, avaliadas na escala de 1 : 1.000.

TABELA 8 - TIPO DE DANO POR AMOSTRAS DE CADA POVOAMENTO: FOTOINTERPRETAÇÃO E VERDADE-TERRESTRE - VÔO: 05.12.1988

Valores consolidados a partir dos quadros apresentados no anexo 2

T I P O D E D A N O	FOTOINTERPRETAÇÃO		V E R D A D E T E R R E S T R E
	T I P O D E F I L M E		
	PANCROMÁTICO COLORIDO	PRETO E BRANCO	
	ESCALA	ESCALA	
	1 : 1.000	1 : 1.000	
	POVOAMENTO	POVOAMENTO	
	β	β	
T ₀ n° ----- %	0 ----- 0,00	3 ----- 1,97	0 ----- 0,00
T ₁ n° ----- %	14 ----- 9,86	13 ----- 8,55	13 ----- 9,49
T ₂ n° ----- %	33 ----- 23,24	43 ----- 28,29	32 ----- 23,36
T ₃ n° ----- %	60 ----- 42,25	67 ----- 44,08	58 ----- 42,34
T ₄ n° ----- %	35 ----- 24,65	26 ----- 17,11	34 ----- 24,82
T O T A L n° ----- %	142 ----- 100,00	152 ----- 100,00	137 ----- 100,00

nº : número de bractingas interpretadas (fotointerpretação) ou identificadas (verdade-terrestre) por amostras de cada povoamento

% : percentual de bractingas interpretadas (fotointerpretação) ou identificadas (verdade-terrestre) por amostras de cada povoamento

TABELA 9 - DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DO DANO POR HECTARE E POR POVOAMENTO - VÔO: 05.12.1988

Valores extrapolados das amostras para valores por ha

T I P O D E D A N O	FOTOINTERPRETAÇÃO		V E R D A D E T E R R E S T R E	
	T I P O D E F I L M E			
	PANCROMATICO COLORIDO	PRETO E BRANCO		
	ESCALA	ESCALA		
	1 : 1.000	1 : 1.000		
	POVOAMENTO	POVOAMENTO		
	3	3		
T ₀	% ----- n/ha	0,00 ----- 0	1,97 ----- 32	0,00 ----- 0
T ₁	% ----- n/ha	9,86 ----- 149	8,55 ----- 138	9,49 ----- 138
T ₂	% ----- n/ha	23,24 ----- 350	28,29 ----- 456	23,36 ----- 340
T ₃	% ----- n/ha	42,25 ----- 637	44,08 ----- 711	42,34 ----- 616
T ₄	% ----- n/ha	24,65 ----- 371	17,11 ----- 276	24,82 ----- 361
T O T A L	% ----- n/ha	100,00 ----- 1507	100,00 ----- 1613	100,00 ----- 1454

% : percentual de bracingas por amostra

n/ha : número de bracingas - danificadas e total - por hectare

8.4 OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS DE PEQUENO FORMATO PARA UMA TERCEIRA AVALIAÇÃO DOS DANOS

8.4.1 Quarto voo

A área de estudo foi sobrevoada a 15 de abril de 1989, tomando-se fotografias aéreas pancromáticas coloridas, 70 mm, com a câmara fotográfica (Mamya 645) presa em um suporte no assoalho da aeronave. Este recobrimento foi realizado para uma nova avaliação dos povoamentos, comparação com os registros existentes do ano anterior e verificação de possíveis alterações ocorridas no local de estudo.

O quarto voo sobre a área de estudo, realizado no outono, para verificação do estado dos povoamentos em um novo período, apresentou as seguintes características:

Data : 15 de abril de 1989;

Quantidade de filmes : 03 rolos (indicados por A, B e C)

Características dos filmes : 100 ASA, 70 mm, pancromáticos coloridos

Quantidade de negativos : a) filme A: 13

b) filme B: 15

c) filme C: 14

Dimensões do negativo : 4 cm x 6 cm

Altura de voo : 800m

Escala dos negativos : 1 : 10.000

Fotografias : cópias em papel, 20 cm x 30 cm, na escala aproximada de 1 : 2.000

Superposição longitudinal : 60%

Quantidade de faixas : 01 para cada filme

Hora da tomada : 15 h 30 min

Direção : L - W

Plataforma : avião bimotor, Sêneca

Câmara : Mamyia 645, em suporte interno no assoalho da aeronave; equipada com lente de 80 mm, "motor-drive" e acionada por intervalômetro eletrônico.

Complementarmente, foi utilizada uma câmara de vídeo, para melhor controle da linha de vôo.

As figuras 33 e 34 indicam, respectivamente, uma das faixas sobrevoadas para recobrimento da área de estudo em 15 de abril de 1989 e o índice das aerofotos obtidas nesse recobrimento (filme IV-A).

FIGURA 33 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FAIXA DE VÔO RESULTANTE DO QUARTO RECOBRIMENTO SOBRE A ÁREA DE ESTUDO: 15.04.1989

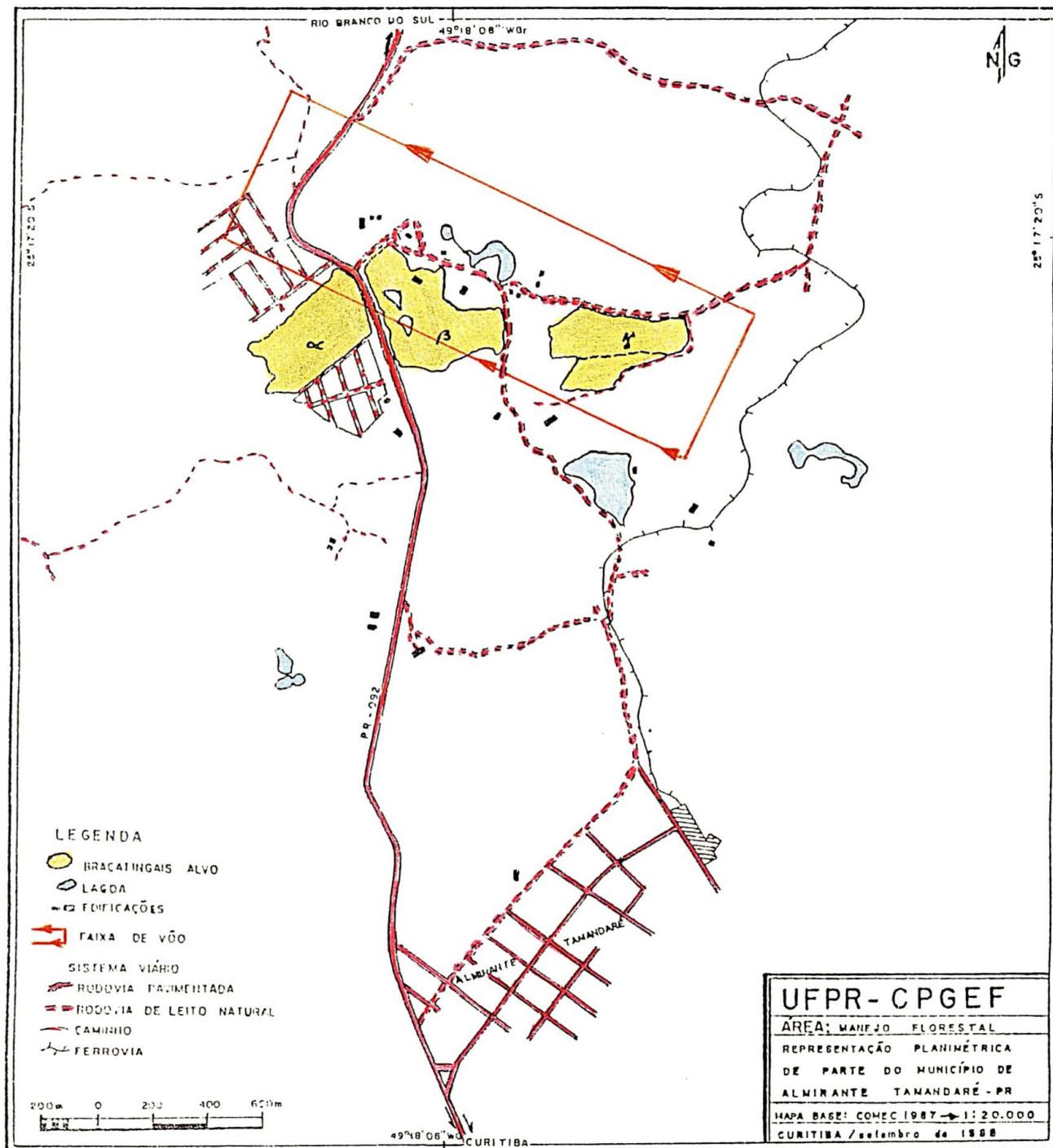


FIGURA 34 - ÍNDICE DAS AEROFOTOS RESULTANTES DE UMA DAS FAIXAS DO QUARTO RECOBRIMENTO
SOBRE A ÁREA DE ESTUDO (FILME IV -A): 15.04.1989



8.4.2 Análise e discussão dos resultados pertinentes ao quarto voo

Depois do 4º voo, realizado em 15 de abril de 1989, observou-se uma nova alteração no total de bracatingas acompanhadas nas amostras, mais o desmatamento de parte do povoamento α , eliminando as amostras 1, 2 e 3. Foram, então, avaliadas 30 bracatingas nesse povoamento, referentes à amostra 4, 132 bracatingas no povoamento β e 187 bracatingas no povoamento γ , totalizando 349 plantas. Houve uma redução de 85,07% no total de bracatingas das amostras do povoamento α , em virtude do desmatamento aí ocorrido, quando consideradas as quatro amostras iniciais. Ou um percentual de 16,67%, levando em consideração somente a amostra efetivamente observada. Quanto aos povoamentos β e γ , verificou-se uma diminuição de 14,84% e 9,66%, respectivamente, em relação aos valores enumerados no início do acompanhamento. Árvores caídas ou exploradas para lenha foram responsáveis por essa diminuição percentual nas amostras.

Neste último recobrimento da área de estudo utilizou-se filme P C, 70 mm, com negativos de 4 cm x 6 cm de quadro. Em função das maiores dimensões do negativo, em relação ao filme 35 mm, e da escala obtida para esse negativo quando do registro fotográfico, foram feitas ampliações em papel, nas dimensões de 20 cm x 30 cm e escala aproximada de 1 : 2.000. Considerando os resultados iniciais, sintetizados na tabela 10, e as dimensões pouco práticas da ampliação para a escala de 1 : 1.000 (cópias de 40 cm x 60 cm), foram analisadas as fotografias apenas na escala de 1 : 2.000.

TABELA 10: RESULTADOS DA FOTOINTERPRETAÇÃO *versus* VERDADE-TERRESTRE
(percentuais de concordância - vôo: 15.04.1989)

PO- VOA- MENTO	A M O S T R A	TIPO DE FILME					
		PANCROMÁTICO COLORIDO			PRETO E BRANCO		
		ESCALA			ESCALA		
		1 : 2.000		1 : 1.000	1 : 2.000	1 : 1.000	
		% TB	% TD				
α	4 (30)	130,00	86,67	####	####	####	
=====							
β	1 (47)	97,87	87,23	####	####	####	
	2 (45)	86,67	84,44	####	####	####	
	3 (40)	97,50	82,50	####	####	####	
=====							
γ	1 (47)	80,85	80,85	####	####	####	
	2 (53)	83,02	81,13	####	####	####	
	3 (43)	95,35	83,72	####	####	####	
	4 (44)	84,09	81,82	####	####	####	
=====							

TB: total de bractings; TD: tipo de dano

Obs.: valor abaixo de 100,00% indica erro de omissão; valor acima de 100,00% indica erro de comissão

Verificaram-se maiores variações nos percentuais de concordância quando se considerou a identificação total de bractings do que na classificação delas nos cinco tipos pré-estabelecidos. Em relação ao filme pancromático colorido de mesma escala, utilizado na obtenção dos valores após o 2º vôo, constatou-se a obtenção de resultados melhores. Apenas na amostra 4, do povoamento α , verificou-se um erro de comissão elevado, de 30%, quando, anteriormente, se obteve um erro de omissão de 8,33%. Foram, por outro lado, resultados bastante próximos daqueles obtidos quando se utilizou o filme P C, na escala de 1 : 1.000.

Considerando o percentual de concordância na identificação por tipo de dano verificaram-se valores bem superiores àqueles obtidos com o filme 35 mm, do segundo recobrimento. As amostras 3, do povoamento β e 4, do povoamento γ , com percentuais de 30,87% e 30,00% acima dos valores correspondentes, obtidos anteriormente, enfatizam essa superioridade. Inclusive, comparando os valores da amostra 3, do povoamento β , nas duas escalas, a última interpretação superou a primeira em cerca de 15,00%. E, em relação aos resultados do 3º. voo, em que se trabalhou com a escala de 1 : 1.000, observa-se, à exceção da amostra 3, do povoamento β , menores percentuais de concordância daqueles valores (amostras 1 e 2) em relação aos últimos obtidos para o mesmo povoamento, com o filme P C.

Fica evidente que a utilização de uma aeronave mais estável, de um equipamento de melhor resolução, e o trabalho feito por um profissional no assunto, podem conduzir a resultados melhores.

Analisando-se os valores apresentados no anexo 3 e confrontando-os com os correspondentes valores iniciais (Anexo 1), constata-se uma redução no número de bracingas por amostra, associada ao desmatamento ocorrido no povoamento α , que eliminou as amostras 1, 2 e 3. Na amostra remanescente (número 4) houve uma redução de 16,67% e uma maior alteração na classe de dano T₃, com uma redução de cerca de 40%. Considerando os valores da fotointerpretação, observa-se a maior variação no tipo T₂ e a identificação de 2 bracingas do tipo T₀, que coincide com a verdade terrestre. Analogamente, constata-se reduções nas amostras dos dois outros povoamentos. Em β a maior redução ocorreu na amostra 2 (16,67%), enquanto que, no povoamento γ , a maior redução foi na amostra 4 (16,98%).

Por outro lado, observaram-se grandes alterações na classificação das bracingas da amostra 1, com a migração entre classes e a ampliação da classe T₀, de 2 para 21 bracingas (um aumento de 4% para 44,68% do total de bracingas da amostra). De forma semelhante, a fotointerpretação também evidenciou essas variações.

8.4.2.1 Análise e discussão dos resultados extrapolados, considerando os valores de tipos de danos por hectare

As tabelas 11 e 12, obtidas como descrito no item 8.1.7.1, 1º. parágrafo, agrupam os valores numéricos do tipo de dano por amostras de cada povoamento e a distribuição do tipo do dano por hectare, para cada povoamento, respectivamente, e a partir dos quadros apresentados no anexo 3.

Analizando os valores extrapolados para valores por hectare, e resultantes da soma dos valores das amostras, constata-se que o povoamento α , com apenas uma amostra remanescente, apresentou os valores mais discrepantes de erros de omissão e comissão, que aqueles observados em β e γ . Comparando com os correspondentes da tabela 6, verificam-se resultados semelhantes, em alguns tipos de danos e povoamentos, àqueles obtidos na escala de 1 : 1.000, com o filme P C. São exemplos, os valores dos tipos T_0 e T_1 do povoamento α , e T_1 , T_3 e T_4 de β .

TABELA 11 - TIPO DE DANO POR AMOSTRAS DE CADA POVOAMENTO: FOTO-INTERPRETAÇÃO E VERDADE-TERRESTRE - VÔO: 15.04.1989

Valores consolidados a partir dos quadros apresentados no anexo 3

T I P O D E D A N O	FOTOINTERPRETAÇÃO			V E R D A D E T E R R E S T R E		
	T I P O D E F I L M E					
	PANCROMÁTICO COLORIDO					
	E S C A L A					
	1 : 2.000					
	P O V O A M E N T O			P O V O A M E N T O		
	α	β	γ	α	β	γ
T_0	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{2}{5,13}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{28}{17,50}$	$\frac{2}{6,67}$	$\frac{1}{0,76}$
T_1	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{12}{9,86}$	$\frac{24}{15,00}$	$\frac{1}{3,33}$	$\frac{15}{11,36}$
T_2	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{5}{12,82}$	$\frac{35}{28,23}$	$\frac{39}{24,38}$	$\frac{8}{26,67}$	$\frac{29}{21,97}$
T_3	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{18}{46,15}$	$\frac{52}{41,94}$	$\frac{45}{28,13}$	$\frac{14}{46,67}$	$\frac{52}{39,39}$
T_4	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{14}{35,90}$	$\frac{25}{20,16}$	$\frac{24}{15,00}$	$\frac{5}{16,67}$	$\frac{35}{26,52}$
T_5	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{39}{100,00}$	$\frac{124}{100,00}$	$\frac{160}{100,00}$	$\frac{30}{100,00}$	$\frac{132}{100,00}$
T_6	$\frac{n^\circ}{\%}$	$\frac{187}{100,00}$				

n° : número de bracingas interpretadas (fotointerpretação) ou identificadas (verdade-terrestre) por amostras de cada povoamento

% : percentual de bracingas interpretadas (fotointerpretação) ou identificadas (verdade-terrestre) por amostras de cada povoamento

TABELA 12 - DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DO DANO POR HECTARE E POR POVOAMENTO - VÔO: 15.04.1989

Valores extrapolados das amostras para valores por ha

T I P O D E D A N O	FOTOINTERPRETAÇÃO			V E R D A D E T E R R E S T R E		
	TIPO DE FILME					
	PANCROMÁTICO COLORIDO					
	ESCALA					
	1 : 2.000					
	POVOAMENTO			POVOAMENTO		
	α	β	γ	α	β	γ
T ₀	$\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{5,13}{64}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{17,50}{223}$	$\frac{6,67}{64}$	$\frac{0,76}{11}$
T ₁	$\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{0,00}{0}$	$\frac{9,68}{127}$	$\frac{15,00}{191}$	$\frac{3,33}{32}$	$\frac{11,36}{159}$
T ₂	$\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{12,82}{159}$	$\frac{28,23}{372}$	$\frac{24,38}{310}$	$\frac{26,67}{255}$	$\frac{21,97}{308}$
T ₃	$\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{46,15}{573}$	$\frac{41,94}{552}$	$\frac{28,13}{358}$	$\frac{46,67}{446}$	$\frac{39,39}{552}$
T ₄	$\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{35,90}{446}$	$\frac{20,16}{265}$	$\frac{15,00}{191}$	$\frac{16,67}{159}$	$\frac{26,52}{372}$
T ₀ T A L	$\frac{\%}{n/ha}$	$\frac{100,00}{1241}$	$\frac{100,00}{1316}$	$\frac{100,00}{1273}$	$\frac{100,00}{955}$	$\frac{100,00}{1401}$
						$\frac{1488}{1488}$

% : percentual de bracatingas por amostra

n/ha : número de bracatingas - danificadas e total - por hectare

8.5 FATORES RESPONSÁVEIS POR ERROS NA FOTOINTERPRETAÇÃO DOS DANOS NOS BRACATINGAIS

Segundo SPURR (1960, p. 371), valores resultantes da contagem de copas, em fotos aéreas, são universalmente baixos e a exatidão depende, também, da espécie analisada e da escala das aerofotos.

Alguns aspectos apresentados pelas copas das bracatingas conduzem a erros, na sua quantificação e qualificação, quando se desenvolve a interpretação das fotografias aéreas de bracatingais. Bifurcações, entrelaçamentos de copas, uma mesma planta com a copa em diferentes níveis e superposição parcial são os fatores que ocorrem com frequência, induzindo o fotointérprete a classificar erroneamente essa espécie vegetal, particularmente no caso dos danos. Na área de estudo foram verificados alguns problemas desse tipo, registrados pelas fotografias aéreas e as correspondentes fotografias terrestres.

Na figura 35 - A, a árvore central A_1 é um caso típico de bifurcação, em que as partes superiores aparecem praticamente no mesmo nível. A observação aérea pode sugerir a classificação como duas árvores de mesmo porte, uma do tipo T_4 (parte direita) e outra do tipo T_3 , conduzindo o observador a cometer erros de "comissão". Uma outra bracatinga, A_2 , causa um efeito semelhante: embora as extremidades apareçam em dois níveis diferentes, bem observadas estereoscopicamente, podem levar o intérprete a classificá-la como a anterior.

A figura 35 - B caracteriza uma planta (primeiro plano) em que a copa aparece em "camadas" ou "andares". A observação do par de fotografias aéreas respectivo pode induzir o intérprete a classificar tal copa como pertencente a árvores diversas, resultando erros de "comissão".

A ocorrência de copas entrelaçadas que conduzem a erros de "omissão", quando o fotointérprete analisa a fotografia aérea, está bem evidenciada na figura 35 - C.

Finalmente, uma situação em que se verifica a superposição parcial de copas, e que também é uma fonte de erros de "omissão", pode ser observada na figura 35 - D.

FIGURA 35 - FOTOGRAFIAS TERRESTRES RESSALTANDO SITUAÇÕES DAS COPAS DAS BRACATINGAS RESPONSÁVEIS POR ERROS NA FOTOINTERPRETAÇÃO (Almirante Tamandaré - "Mato Dentro" - 1988)



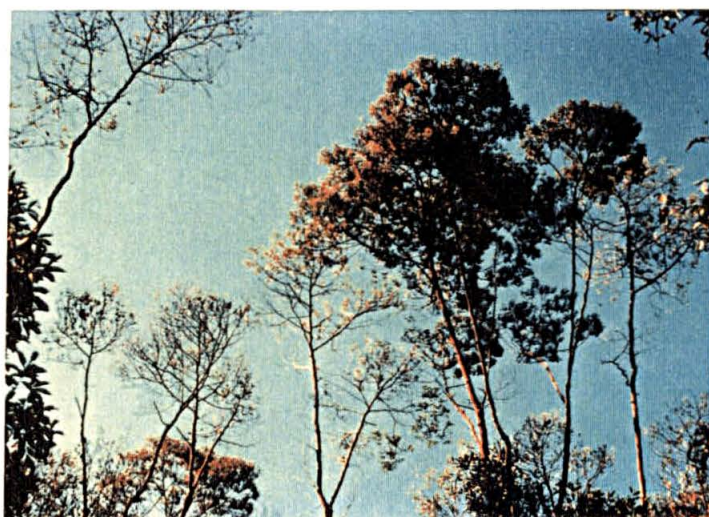
A: Bifurcação na copa da bracatinga



B: Disposição em camadas da copa



C: Copas entrelaçadas



D: Superposição parcial das copas

Estresse da vegetação, causado por danos morfológicos, resulta na perda de crescimento ou morte de árvores e tem uma consequência econômica grande. A perda de folhas da árvore tem uma óbvia resposta fisiológica, com a redução da capacidade fotossintética.

Os danos para as florestas podem ter sérios e duradouros efeitos. Podem prejudicar ou impedir o desenvolvimento das árvores por anos. Portanto, muitas das perdas resultantes são irrecuperáveis, principalmente em espécies de ciclo curto, como a bracatinga.

MURTHA (1976, p. 391), quando sugere a escolha de um tipo de filme para avaliação de danos, enfatiza que o pancromático colorido deve ser eleito quando se observa dano morfológico e há um bom contraste de cor na região do visível. Essas colocações do autor puderam ser comprovadas na aplicação do material fotográfico e escalas empregadas para registro e avaliação dos danos nos bracatingais no local de estudo.

9 CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos e nas condições em que se desenvolveu a pesquisa, conclui-se que:

- As fotografias aéreas verticais, de pequeno formato, são adequadas para avaliar e acompanhar danos florestais em povoamentos de bracatinga, manejados pelo sistema tradicional no local de estudo, principalmente devido às pequenas dimensões da área;

- As aerofotos verticais de pequeno formato, na escala nominal de 1 : 1.000, conduzem a percentuais de concordância superiores às aquelas em 1 : 2.000, na identificação e separação das árvores danificadas. As pancromáticas coloridas evidenciam superioridade em relação às pancromáticas P & B, na mesma escala;

- As fotografias pancromáticas coloridas conduzem a uma separação das copas das bracatingas das de outras espécies vegetais, com um percentual de acerto maior que aquelas em P & B, em uma mesma escala;

- Erros de omissão - entre 2,38% e 37,25% - e de comissão - até 78,26% - ocorrem, mesmo em fotografias na escala de 1 : 1.000, em virtude, principalmente, da estrutura da copa da espécie vegetal acompanhada, bifurcações, entrelaçamentos e superposição parcial das copas;

- As fotografias 70 mm são superiores às 35 mm, no que concerne à resolução, de acordo com os resultados dos vãos de 16.06.1988 e de 15.04.1989, comparando-se os valores na escala de 1 : 2.000, em que foram obtidos, respectivamente, até 87,23% e 80,43% de concordância;

- Os parâmetros fotointerpretativos textura, estrutura, tonalidade ou cor e adjacências são suficientes e adequados para identificar e classificar as copas das bracatingas de acordo com os cinco tipos estabelecidos - de T_0 a T_4 ;
- Os resultados comprovam que é possível avaliar a intensidade dos danos em povoamentos de bracatinga, de modo a nortear um manejo adequado para as áreas danificadas;
- As fotografias tomadas a uma altura de 180 m, com o helicóptero parado sobre uma dada árvore, permitem registrar a copa inicialmente, porém, em virtude da turbulência resultante do movimento da hélice, apresentam problemas de alteração substancial de forma e textura, prejudicando a adequada interpretação da copa;
- As copas registradas fotograficamente e as observações de campo permitem verificar um ataque seletivo das lagartas, devorando, prioritariamente, as bracatingas mais velhas e, posteriormente, quando escasseia a sua folhagem, o sub-bosque composto por outras espécies;
- Os resultados evidenciam uma maior concentração de bracatingas, até 63,89%, no tipo T_3 - bracatingas fortemente danificadas -, e uma menor quantidade identificada como do tipo T_0 - árvore sadia ou ausência de dano aparente;
- Em função do acompanhamento desenvolvido, foi possível concluir que o problema verificado, particularmente nos bracatingais componentes da área de estudo, foi resultante do somatório dos danos causados pelo "serrador" e pelo *D. epiolina*, em períodos vegetativos seguidos, com acentuada redução da massa foliar, aliado ao tipo de manejo florestal que se processa no local;

- No caso específico da área de estudo os alvos utilizados não se constituíram elementos indispensáveis à identificação das áreas amostrais, porém, alguns permaneceram até 3 meses;

- As aerofotos das mesmas amostras, analisadas após o 2º, 3º e 4º vôos, permitiram efetivar o acompanhamento da dinâmica dos povoamentos. Verificaram-se recuperações, com mudanças de níveis de dano mais acentuadas para outros de menor intensidade; apresentou variações até de 4% para 44,68% do total de bracatingas de uma das amostras, da classe T_1 para a classe T_0 ;

- As fotografias de pequeno formato, nas escalas trabalhadas, não foram suficientes para identificar se parte das árvores T_4 haviam sido totalmente desfolhadas pelas lagartas ou estavam mortas por outra causa.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRED, A. H. A planning model for forest inventories based on combined photo and ground sampling methods. Berkeley, CA, 1971. Ph. D. thesis. School of Forestry and Conservation., University of California. 192 p.
- ALDRICH, R. C. Forestry applications of 70 mm color. Photogrammetric Engineering, Falls Church, Virginia, v. 32, n. 4, 1966. p. 802 - 810.
- ALDRICH, R. C.; BAILEY, W. F.; HELLER, R. C. Large-scale 70 mm color photography techniques and equipment and their application to a forest sampling problem. Photogrammetric Engineering, Falls Church, Virginia, v. 25, n. 5, 1959. p. 747 - 754.
- ANDERSON, P. S. Fundamentos para fotointerpretação. Paul S. Anderson, editor-coordenador. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982. 136p.
- ANDRADE, E. N. de. O eucalipto. São Paulo, Companhia Paulista de Estradas de Ferro, 1961. 674 p.
- AOKI, H. et al. Wild areas monitoring using Landsat data. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (XVth: 1988: Rio de Janeiro, Comissão VII, parte A7). Anais. p 27 - 35.
- ASPIAZÚ, C.; RIBEIRO, J. C. Possibilidade do uso das imagens Landsat na estimativa e inventário de áreas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (I: 1978: São José dos Campos). Anais. INPE. p. 211 - 222.
- ASSIS, C. de et al. Contribuição para aproveitamento da bracatinga na indústria papaleira. Floresta, ano III, n. 1, maio de 1971. p. 69 - 75.
- BAREMBUEM, A. A. R. T. Avaliação da biomassa aérea de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth) para fins energéticos. Curitiba, 1988. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- BEAL, J. A.; BENNETT, W. M. H.; KETCHAM, D. E. Beetle explosion in Honduras. American Forests, v. 70, n. 11, novembro de 1964. p. 31 - 33.
- BECKING, R. W. Forestry applications of aerial color photography. Photogrammetric Engineering, Falls Church, Virginia, v. 25, n. 4, september 1959. p. 559 - 565.

- BERUTI, P. A.. O reflorestamento e a pesquisa florestal no IBDF. Brasil Florestal, v. 5, n. 19, julho/setembro de 1974. p. 3 - 13.
- BLAIS, J. R. Spruce budworm outbreaks and the climax of the boreal forest in eastern North America. Rep. Quebec Soc. Prot. Plants (1959), p. 69-75, 1960.
- _____. Spruce budworm outbreaks in the past three centuries in the Laurentide Park, Quebec. Forest Science, v. 11, n. 2, June 1965. p. 130 - 138.
- BÖNISH, H. J.; MOREIRA, M. F. Silvicultura da Araucária (Bert) O. Kuntze na fazenda Monte Alegre. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS (1988: Curitiba). Anais. FUPEF. 16 a 22 de outubro de 1988. p. 141 - 150.
- CAMPOS, C. H. O.; GRAÇA, L. R.; RIBAS, L. C. A produtividade do bracatingal tradicional através do tempo. Bol. Pesq. Flor., Curitiba, v. 12, junho de 1986. p. 35 - 46.
- CARVALHO, P. E. R. Composição e crescimento de um povoamento natural de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth.). EMBRAPA/URPFCS. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO (4: 1981: Curitiba). Anais. 21 a 23 de julho de 1981. p. 67 - 75.
- CARVALHO, P. E. R.; COSTA, J. M. Comportamento de essências florestais em condições de arboreto em quatro locais do Estado do Paraná., EMBRAPA/URPFCS. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO (4: 1981: Curitiba). Anais. 21 a 23 de julho de 1981. p. 161 - 170.
- CIESLA, W. M.; ALLISON, R. A.; WEBER, F. P. Panoramic aerial photography in forest pest managment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, Virginia, v. 48, n. 5, May 1982. p. 719 - 723.
- CLARK, E. W. Status and future needs of forest entomology research in Brazil. Report of the consultant in forest entomology. FAO. Project working document, n. 7, 1972. 33p.
- COSTA, E. C. Artrópodes associados à bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth). Curitiba, 1986. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 271 p.

- COUTO, L. et al. Avaliação da eficiência e custo do controle de *Atta sexdens rubropilosa* através do sistema termo-nebulizador, na Região de Aracruz, E. S. Revista Árvore, Viçosa - MG, v. 1, n. 1, março de 1977. p. 9 - 15
- COUTO, H. T. Z. Levantamento da cobertura florestal através de técnicas de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (I: 1978: São José dos Campos). Anais. INPE. p. 223 - 234.
- CROXTON, R. J. Detection and classification of ash dieback on large-scale color aerial photography. In: USDA Forest Serv., Pacific Southwest Forest and Range Exp. Sta. Res. Paper PSW 35. 1966. 13 p.
- CRUZ, J. M. da; NOGUEIRA, S. B.; PEREIRA, A. R.; MEWES, B. O. Adaptação de uma motocicleta para termonebulização no controle de formigas saúvas (*Atta spp*) em áreas reflorestadas de cerrado. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 8, n. 2, julho/dezembro de 1984. p. 104 - 111.
- DISPERATI, A. A. Experiências iniciais com fotografias aéreas verticais 35 mm. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1986: Olinda). Anais (no prelo). 23 à 28 de novembro de 1986. 12 p.
- DISPERATI, A. A.; ROSOT, N. C.; SANTOS, J. R. dos. Mapeamento dos povoa-mentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em diferentes idades usando fotografias aéreas 35 mm. Acta For. Bras., Curitiba, n. 1, 1986. p. 75 - 88.
- DISPERATI, A. A. Utilização de fotografias aéreas 35 mm em mapeamento de áreas de vegetação. In: ENECART - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHEIROS CARTÓGRAFOS (5: 1988: Presidente Prudente). Anais. 29 à 31 de julho de 1988. p. 189 - 196.
- DISPERATI, A. A; SKALSKI Jr., J. Contagem de copas de pinheiro do Paraná em fotografias aéreas verticais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (5: 1988: Natal). Anais. São José dos Campos, INPE, 11 a 15 de outubro de 1988, v. 3. p. 619 - 626.
- EMATER-PR. Recomendações silviculturais: série extensão (folhetos n. 1 a 3). Curitiba. Programa de Desenvolvimento Florestal Integrado. Convênio Brasil/Paraná - França/FAO. 1989.
- EMBRAPA - CNPF. SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORES-TAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO (4: 1981: Curitiba). Anais. 21 a 23 de julho de 1981. 198 p.

- EMBRAPA - CNPF. SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: SITUAÇÃO DA ENTOMOLOGIA E DA PATOLOGIA FLORESTAL NO BRASIL (6: 1982: Curitiba). Anais. 16 a 17 de fevereiro de 1982. Curitiba, 1984. 81 p.
- EMBRAPA - CNPF. Manual técnico da bracinga (*Mimosa scabrella* Benth), por Antonio Aparecido Carpanezzi e outros. Curitiba, 1988. 70 p.
- FERRAZ, E. S. B.; FONSECA, S. M. da. Estudo do padrão de crescimento da *Mimosa bracinga* pela análise de densidade dos anéis usando radiação gama. (IPEF, circular técnica, 113). Piracicaba, 1980. 7 p.
- FONSECA, M. Sobre pragas do eucalipto, especialmente lagartas. Chácaras e Quintais, São Paulo, v. 82, n. 1, julho de 1950. p. 37 - 40.
- FONSECA, S. M. da. Variações fenotípicas e genéticas em bracinga *Mimosa scabrella* Benth. Piracicaba, 1982. Dissertação de Mestrado. ESALQ - USP. 93 p.
- GARCIA, G. J. Sensoriamento remoto: princípios e interpretação de imagens. São Paulo, Nobel. 1982. 357p.
- GOBA, N. Comunicação pessoal (apud Disperati, A. A.). 1990. 2 p.
- HARRIS, J. W. E.; DAWSON, A. F.; BROWN, R. G. Evaluation of mountain pine beetle damage using aerial photography taken with a hand-held 70-mm camera, Gold Bridge-Clinton, B. C., 1981. Information Report BC-X-245. Pacific Forest Research Centre. Canadian Forestry Service. 1983. 15 p.
- HELLER, R. C.; COYNE, J. F.; BEAN, J. L. Airplanes increase effectiveness of southern pine beetle surveys. Journal of Forestry, v. 53, n. 7, July 1955. p. 483 - 487.
- HELLER, R. C.; ALDRICH, R. C.; BAILEY, W. F. An evaluation of aerial photography for detecting southern pine beetle damage. Photogrammetric Engineering, Falls Church, Virginia, v. 25, n. 4, September 1959. p. 595 - 606.
- HELLER, R. C. Color and false-color photography: Its growing use in forestry. In: APPLICATIONS OF REMOTE SENSORS IN FORESTRY. Anais. IUFRO. Freiburg. 1971. 189 p.
- _____. Remote sensors for airborne and spaceborne imagery. REMOTE SENSING IN FORESTRY. Symposium held during the XVI IUFRO World Congress. Proceedings. Oslo, June 21 - 26, 1976, International Union of For. Research

Organizations - Subject Group S 6.05 Remote Sensing. Edited by G. Hildebrandt, University Freiburg. p. 37 - 52.

HELLER, R. C. et al. Forest resource assessments. In: Manual of remote sensing. 2. ed. Falls Church, Virginia: American Society of Photogrammetry, v. II, 1983, p. 2229 - 2324.

HENNINGER, J.; HILDEBRANDT, G. Bibliography on damage assessment in forestry and agriculture by remote sensing techniques. Abteilung. University of Freiburg. 1980. 280 p.

HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANTANA, C. C. Levantamento de áreas reflorestadas em doze municípios localizados a nordeste do Estado de São Paulo, utilizando dados orbitais do Landsat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (I: 1978: São José dos Campos). Anais. INPE. p. 140 - 155.

HILDEBRANDT, G.; KADRO, A. Aspects of countrywide inventory and monitoring of actual forest damages in Germany. Bildmessung und Luftbildwesen. v. 52, 1984. p. 201 - 216.

HILL, H. J. The application of vertical 35 mm aerial photography to forest management. Gainesville, 1957. M. Sc. Thesis. School of Forestry. University of Florida.

HOEHNE, F. C. A bracinga ou abaracaatinga. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. 1930. 47 p.

IEDE, E. T. Alguns aspectos sobre espécies de insetos que ocorrem na bracinga (*Mimosa scabrella*, Benth.). EMBRAPA/URPFCS. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO (4: 1981: Curitiba). Anais. 21 a 23 de julho de 1981. p. 91 - 102.

IEDE, E. T.; PENTEADO, S. do R. C.; BISOL, J. C. Ocorrência de ataque de siricídeos (Hymenoptera: Siricidae) em *Pinus taeda* L. no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ/ENCONTRO PARANAENSE DE ENGENHEIROS FLORESTAIS (2/3: 1988: Curitiba). Anais dos Resumos. 27 a 30 de junho de 1988. p. 2.

IEDE, E. T. Informações complementares sobre a ocorrência do gênero *Siricidae* nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. (Comunicação pessoal). Curitiba, agosto de 1990. 2 p.

- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. Bracatinga. In: EMBRAPA: Projeto madeira do Paraná. Curitiba: FUPEF, 1984. 260 p. p. 38-44.
- JANO, A. P. Practical applications of remote sensing for forest pest damage appraisal. In: A SEMINAR USES OF REMOTE SENSING IN FOREST PEST DAMAGE APPRAISAL. (1981: Edmonton, Alberta). Proceedings. Canadá. May 8, 1981. p. 30 - 39. (Compiled by R. J. Hall in February 1982. Information Report NOR-X-238).
- KULMAN, H. M. Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. Annual Review of Entomology, v. 16, 1971. p. 289 - 324.
- LANGLEY, P. G.; ALDRICH, R. C.; HELLER, R. C. Multistage sampling of forest resources by using space photography -an Apollo 9 case study. Volume 2: Agr., Forest., and Sensor Studies. In: Annual Earth Resources Aircraft Program Review (2nd: 1969: Houston). Proceedings. NASA MSC. p. 19-1 to 19-21.
- _____. New multi-stage sampling techniques using space and aircraft imagery for forest inventory. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT. (Sixth: 1969: Ann Arbor). Proceedings. v. II. The Institute of Science and Technology, Michigan, October 13-16, 1969.
- _____. Multistage variable probability sampling: theory and use in estimating resources from space and aircraft photography. Berkeley, CA, 1975. Ph. D. Thesis in Agriculture, Forestry and Wildlife. University of California. 101 p.
- LAUER, D. T.; BENSON, A. S. Classification of forest lands with ultra-high altitudes, small scale, false-color infrared photography. In: SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING IN FORESTRY (1973: Freiberg, West Germany). Proceedings. International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO). September 17 - 21, 1973. p. 143 - 162.
- LIMA, P. A. A. Entrevista. Escritório de Assistência Técnica da EMATER-PR em Almirante Tamandaré - PR, 1990.
- LINGNAU, C. Avaliação de danos em *Araucaria angustifolia*. Curitiba, 1990. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 74 p.
- LÖETSCH, F.; HALLER, K. E. Forest inventory. München, BVL Verlagsgesellschaft, 2. ed., vol I. 1973. 436 p.
- MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350 p.

- MAIA, J. L. S. Manejo de fauna em floresta implantada de pinheiros tropicais. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS (1988: Curitiba). Anais. FUPEF. 16 a 22 de outubro de 1988. p. 285 - 295.
- MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, G. J. Princípios de fotogrametria e fotointerpretação. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 257 p.
- MARTINS, A. J.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; SANTOS, H. R.; CORDEIRO, L. *Melanolophia apicalis* (Warren, 1900) (Geometridae) em *Pinus patula* no Paraná. Floresta. v. 15, n. 1 e 2. 1984. p. 81 - 85.
- MATTOS, H. P. S. de. Proteção florestal no Brasil. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura (Serviço de Informação Agrícola), 1953. 63 p.
- MATTOS, J. R.; MATTOS, N. J. A bracatinga. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (2: 1973: Curitiba). Anais. Curitiba, 1974. p. 88 - 90.
- MAZANEC, Z. The effect of defoliation by *Didymuria violescens* (Phasmatidae) on the growth of alpine ash Aust. Forestry, v. 30, 1966. p. 123 - 130.
- MAZUCHOWSKI, J. Z. Introdução. In: CARPANEZZI, A. A. et al. Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth), Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. p. v.
- McCARTHY, J.; OLSON Jr., C. E.; WITTER, J. A. Evaluation of spruce-fir forests using small-format photographs. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, Virginia, v. 48, n. 5, May 1982. p. 771 - 778.
- McMANUS, M. L. Expanded gypsy moth research and development program. Journal of Forestry, v. 76, n. 3, March 1978. p. 144 - 149.
- MEDEIROS, J. S. de; BATISTA, G. T. Fotografias aéreas verticais 35 mm: aplicações na área florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (3: 1984: Rio de Janeiro). Anais. 11 a 13 de novembro de 1984. INPE. 10 p. (no prelo).
- MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. Journal of Forestry, v. 80, n. 1, January 1982. p. 15 - 17.
- MILLER, N. L.; MEYER, M. P. Application of 35 mm color aerial photography to forest land change detection. In: BIENNIAL WORKSHOP ON COLOR AERIAL PHOTOGRAPHY IN THE PLANT SCIENCES (8th: 1981: Luray). Proceedings. VA. 1981. p. 67 - 72.

- MUNSELL color charts for plant tissues. 2. ed. Baltimore: Maryland: Munsell Color, 1968. n. p.
- MURTHA, P. A. A guide to air photo interpretation of forest damage in Canadá, Ottawa. In: Canadian Forestry Service. Publication Nº. 1292 (Forest Management Institute). 1972. 55 p.
- _____. Inventory and monitoring of forest disease and damage by remote sensing - considerations about promising ways to do it. In: SYMPOSIUM HELD DURING THE XVI IUFRO WORLD CONGRESS, SUBJECT GROUP S 6.05, REMOTE SENSING (1976: Oslo). Proceedings. June 21 - 26, 1976. p. 385 - 396 (ed. by G. Hildebrandt - University Freiburg).
- MURTHA, P. A.; McLEAN, J. A. Extravisual damage detection? Defining the standard normal tree. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, Virginia, v. 47, n. 4, April 1981. p. 515 - 522.
- MURTHA, P. A. Detection and analysis of vegetation stress. In: A SEMINAR USES OF REMOTE SENSING IN FOREST PEST DAMAGE APPRAISAL. (1981: Edmonton, Alberta). Proceedings. Canadá. May 8, 1981. p. 2 - 24. (Compiled by R. J. Hall in February 1982. Information Report NOR-X-238).
- _____. Detection and analysis of vegetation stress. Remote sensing for resource management, Ankeny, Iowa: Soil Conservation Society of America. 1982. 690 p. (edited by Chris J. Johannsen and James L. Sanders).
- ODA, S.; BERTI FILHO, E. Incremento anual volumétrico de *Eucalyptus saligna* Sm. em áreas com diferentes níveis de infestação de lagartas de *Thyrntina amobia* (Stol, 1782) (Lepidoptera, Geometridae). IPEF, Piracicaba, v. 17, dezembro de 1978. p. 27 - 31.
- OLSON Jr., Charles E. Further Results with NHAP Photographs. In: BIENNIAL WORKSHOP ON COLOR AERIAL PHOTOGRAPHY AND VIDEOGRAPHY IN THE PLANT SCIENCES AND RELATED FIELDS (11th: 1987: Weslaco, Texas). Proceedings. April 27 to May 1, 1987. p. 126 - 130 (ed. by ASPRS - Falls Church).
- OSLIN, A. J.; HILL, B. H. Uses of NHAP Color-IR Photography as a Basis for Improved Interpretation of Satellite Data With the Aids of GIS. In: BIENNIAL WORKSHOP ON COLOR AERIAL PHOTOGRAPHY AND VIDEOGRAPHY IN THE PLANT SCIENCES AND RELATED FIELDS (11th: 1987: Weslaco, Texas). Proceedings. April 27 to May 1, 1987. p. 131 - 140 (ed. by ASPRS - Falls Church).

- PEDROSA-MACEDO, J. H. et al. A vespa-da-madeira em *Pinus taeda*. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ/ENCONTRO PARANAENSE DE ENGENHEIROS FLORESTAIS (2/3: 1988: Curitiba). Anais dos Resumos. 27 a 30 de junho de 1988. p. 14.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. et al. Lagarta da bracatinga - avaliação por fotos aéreas e extensão de danos. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ/ENCONTRO PARANAENSE DE ENGENHEIROS FLORESTAIS (2/3: 1988: Curitiba). Anais dos Resumos. 27 a 30 de junho de 1988. p. 16.
- PEDROZO, D. J. Contribuição ao estudo do *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) e seus danos na bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth.). Curitiba, 1980. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 83 p.
- PÉLLICO NETTO, S. Métodos de amostragem em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL (II: 1984: Piracicaba - SP). Anais. 15 e 16 de agosto de 1984. p. 1 - 9.
- POPE, R. B. The role of aerial photography in current balsam woolly aphid outbreak. Forest Chronicle, v. 33, September 1957. p. 263 - 264.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. Sellowia, Itajaí (28/30): 1 - 320. 1978.
- REZENDE, J. L.; NEVES, A. R. Evolução e contribuição do setor florestal para a economia brasileira. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS (1988: Curitiba). Anais. FUPEF. 16 a 22 de outubro de 1988. p. 214 - 265.
- RIBEIRO, G. T. et al. Medidas de controle ambiental e seus efeitos nos reflorestamentos da Mannesmann. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS (1988: Curitiba). Anais. FUPEF. 16 a 22 de outubro de 1988. p. 266 - 284.
- ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. Área de distribuição natural da bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth). EMBRAPA/URPFCS. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA RE-FLORESTAMENTO (4: 1981: Curitiba). Anais. 21 a 23 de julho de 1981. p. 01-23.
- SANTOS, G. P.; VILELA, E. F.; NOGUEIRA, S. B.. Estudo da bionomia e controle microbiológico de *Oxydia apidania* (Cramer) (Lepidoptera: Geometridae), desfolhador de eucalipto. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 3, n. 1, 1979. p. 57 - 74.

SANWALD, E. F.; REICHERT, P. G. State-of-the-art in agricultural and forest crop stress and damage detection by the use of remote sensing techniques - a critical review. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (XIV: 1980: Hamburg). INTERNATIONAL ARCHIVES OF PHOTOGRAMMETRY. v. XXIII, Part B 10, Commission VII. p. 638 - 647.

SCHÖENHERR, J.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; HOFFMANN, D. Pragas animais nos reflorestamentos da Região Sul do Brasil (comunicação). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (2: 1973: Curitiba). Anais dos Resumos. 17 a 21 de setembro de 1973. p. 161 - 162.

SCHÖENHERR, J. Proposta para a criação de um serviço federal de reconhecimento de pragas florestais no Brasil. Brasil Florestal, IBDF, v. 5, n. 19, julho/setembro de 1974. p. 34 - 36.

SCHULER, C. A. B.; DISPERATI, A. A. Sobre o uso de fotografias aéreas convencionais (P & B e falsa-cor) e 35 mm (coloridas) verticais no mapeamento florestal de uma área teste na Região Metropolitana de Curitiba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (V: 1988: Natal). Anais. INPE. 11 a 15 de outubro de 1988 v. 3. p. 627 - 636.

SCHULER, C. A. B.; DISPERATI, A. A.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; LINGNAU, C. Resultados preliminares sobre o uso de fotografias aéreas verticais (35 mm) coloridas normal, no monitoramento de danos em bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth.), na região metropolitana de Curitiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA (XIV: 1989: Gramado). Anais. SBC. 21 a 26 de maio de 1989, v. 2. p. 273 - 279.

SCHULER, C. A. B.; DISPERATI, A. A. Uso de fotografias aéreas 35 mm (coloridas normal e pancromáticas P & B) na avaliação de danos em bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA (IV: 1989: Bariloche). Anais. SELPER/INPE. 20 a 24 de novembro de 1989, Tomo I. p. 223 - 232.

SILVA, A. G. D' Araujo. Tremenda ameaça à eucaliptocultura nacional. Chácaras e Quintais, São Paulo, v. 80, n. 2, agosto de 1949. p. 165 - 166.

SILVA, N. A. et al. *Sabulodes caberata* Guenée (Lepidoptera: Geometridae): uma nova praga desfolhadora dos Eucaliptos em Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 1, n. 1, março de 1977. p. 1 - 8.

SPENCER, R. D. Large scale aerial photo comparison for detecting pine dieback. Australian Forestry, v. 48, n. 2, 1985. p. 102 - 108.

- SPENCER, R. D; HALL, R. J. Canadian large-scale aerial photographic systems (LSP). Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, Virginia, v. 54, n. 4, 1988. p. 475 - 482.
- SPURR, S. H. History of forest photogrammetry and aerial mapping. Photogrammetric Engineering, Falls Church, Virginia, v. 20, n. 3, June 1954. p. 551 - 560.
- SPURR, S. H. Forest photogrammetry and aerial mapping: a bibliography 1887-1955. School of Natural Resources. University of Michigan. Ann Arbor, Michigan. May 1956. 60 p.
- SPURR, S. H. Photogrammetry and photo-interpretation. 2. ed. New York: The Ronald Press, 1960. 471 p.
- TOZZINI, D. S.; DISPERATI, A. A.; HERKENNHOF, F. Mapeamento dos danos causados por um incêndio florestal em um reflorestamento de *Pinus taeda* através de fotografias aéreas oblíquas 35 mm e imagens MSS Landsat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (III: 1984: Rio de Janeiro). Anais. 11 a 13 de novembro de 1984. 15 p.
- VÁSQUEZ, S. F. Comportamento inicial da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em consórcio com milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), com e sem aplicação de fertilizantes minerais em solo de campo na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná. Curitiba, 1987. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 154 p.
- WEBER, F. P. An aerial survey of spruce and fir volume killed by the spruce budworm in northern Minnesota. U. S. Forest Service Research Note WO-2. 1964.
- WEBER, F. P. Aerial volume table for estimating cubic foot losses of white spruce and balsam fir in Minnesota. Journal of Forestry, Washington, v. 63, n.1, January 1965. p. 25 - 29
- WILLINGHAM, J. W. Obtaining vertical aerial photographic coverage with a 35 mm camera. Journal of Forestry, Washington, v. 57, n. 2, February 1959. p. 108 - 110.
- ZANÚNCIO, J. C. et alii. Manejo integrado de pragas do eucalipto. In: CURSO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM PROTEÇÃO FLORESTAL. FUPEF, Curitiba, 18 a 22 de setembro de 1989. 21 p. (no prelo).
- ZSILINSZKY, V. G. Photographic interpretation of tree species in Ontario. Ont. Dep. Lands Forests, Toronto. 1963. 80 p.

ANEXO 1

RESULTADOS DA INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS DO 2º VÔO

Avaliação de danos em bracatinga (*Mimosa scabrella*, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 1 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° - data: 16.06.1988

fotointerpretação

t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
	e	r	0	0	11	9	0	*****	
T ₀			0					0	
T ₁			7	1				8	
T ₂			0		6			6	
T ₃			0			32		32	
T ₄			1				7	8	
total	****		0	1	17	41	7	46	54
								66	

$$(46 \times 100)/54 = 85,18\%$$

$$(66 \times 100)/54 = 122,22\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° - data: 16.06.1988

fotointerpretação

t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
	e	r	0	0	7	0	0	*****	
T ₀			0					0	
T ₁			1	1				2	
T ₂			0		9			9	
T ₃			14			15		29	
T ₄			6				5	11	
total	****		0	1	16	15	5	30	51
								37	

$$(30 \times 100)/51 = 58,82\%$$

$$(37 \times 100)/51 = 72,55\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 3 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	7	0	0	4	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		5				5
	T ₂	2			9			11
	T ₃	16				19		35
	T ₄	0					9	9
	total	****	0	12	9	19	13	42 60 53

$$(42 \times 100)/60 = 70,00\%$$

$$(53 \times 100)/60 = 88,33\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	6	0	4	*****
	T ₀	2	0					2
	T ₁	0		2				2
	T ₂	0			3			3
	T ₃	6				17		23
	T ₄	0					6	6
	total	****	0	2	9	17	10	28 36 38

$$(28 \times 100)/36 = 77,78\%$$

$$(38 \times 100)/36 = 105,56\%$$

Avaliação de danos em bracing (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 1 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	6	14	4	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	5		3				8
	T ₂	0			6			6
	T ₃	0				32		32
	T ₄	0					8	8
	total	****	0	3	12	46	12	49 54 73

$$(49 \times 100)/54 = 90,74\%$$

$$(73 \times 100)/54 = 135,19\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			1	0	11	0	0	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		2				2
	T ₂	0			9			9
	T ₃	11				18		29
	T ₄	8					3	11
	total	****	1	2	20	18	3	32 51 44

$$(32 \times 100)/51 = 62,75\%$$

$$(44 \times 100)/51 = 86,27\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 3 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	11	2	0	2	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	0		5				5	
	T ₂	0			11			11	
	T ₃	12				23		35	
	T ₄	0					9	9	
	total	****	0	16	13	23	11	48	60
							63		

$$(48 \times 100)/60 = 80,00\%$$

$$(63 \times 100)/60 = 105,00\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	1	3	0	6	*****	
	T ₀	2	0					2	
	T ₁	0		2				2	
	T ₂	0			3			3	
	T ₃	3				20		23	
	T ₄	0					6	6	
	total	****	0	3	6	20	12	31	36
							41		

$$(31 \times 100)/36 = 86,11\%$$

$$(41 \times 100)/36 = 113,89\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)
 Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR
 Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2o data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r o r e s	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	4	0	0	****
	T ₀	0					0
	T ₁	5	3				8
	T ₂	0		6			6
	T ₃	6			26		32
	T ₄	4				4	8
e	total	****	0	3	10	26	4
							39 54 43

$$(39 \times 100)/54 = 72,22\%$$

$$(43 \times 100)/54 = 79,63\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2o data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r o r e s	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	1	2	0	0	****
	T ₀	0					0
	T ₁	0	2				2
	T ₂	0		9			9
	T ₃	6			23		29
	T ₄	5				6	11
e	total	****	0	3	11	23	6
							40 51 43

$$(40 \times 100)/51 = 78,43\%$$

$$(43 \times 100)/51 = 84,31\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	0	0	3	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	4		1				5
	T ₂	3			8			11
	T ₃	7				28		35
	T ₄	0					9	9
e	total	****	0	1	8	28	12	46 60
								49

$$(46 \times 100)/60 = 76,67\%$$

$$(49 \times 100)/60 = 81,67\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2o data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	0	0	9	*****
	T ₀	2	0					2
	T ₁	1		1				2
	T ₂	2			1			3
	T ₃	7				16		23
	T ₄	0					6	6
e	total	****	0	1	1	16	15	24 36
								33

$$(24 \times 100)/36 = 66,67\%$$

$$(33 \times 100)/36 = 91,67\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r o r e s	tipo de dano	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	total
		0	0	3	0	0	****
	T_0	0					0
	T_1	1	7				8
	T_2	0		6			6
	T_3	1			31		32
	T_4	2				6	8
e	total	****	0	7	9	31	6
							50 54 53

$$(50 \times 100)/54 = 92,59\%$$

$$(53 \times 100)/54 = 98,15\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r o r e s	tipo de dano	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	total
		0	0	0	0	1	****
	T_0	0					0
	T_1	1	1				2
	T_2	1		8			9
	T_3	3			26		29
	T_4	0				11	11
e	total	****	0	1	8	26	12
							46 51 47

$$(46 \times 100)/51 = 90,20\%$$

$$(47 \times 100)/51 = 92,16\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	0	2	0	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	1		4				5	
	T ₂	2			9			11	
	T ₃	0				35		35	
	T ₄	1					8	9	
	total	****	0	4	9	37	8	56	60
							58		

$$(56 \times 100)/60 = 93,33\%$$

$$(58 \times 100)/60 = 96,67\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	0	0	2	*****	
	T ₀	0	2					2	
	T ₁	1		1				2	
	T ₂	1			2			3	
	T ₃	2				21		23	
	T ₄	0					6	6	
	total	****	2	1	2	21	8	32	36
							34		

$$(32 \times 100)/36 = 88,89\%$$

$$(34 \times 100)/36 = 94,44\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e s d e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	0	17	0	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	1		0				1
	T ₂	4			3			7
	T ₃	0				30		30
	T ₄	3					14	17
e	total	****	0	0	3	47	14	47 55
								64

$$(47 \times 100)/55 = 85,45\%$$

$$(64 \times 100)/55 = 116,36\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e s d e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	1	0	20	0	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		0				0
	T ₂	4			2			6
	T ₃	0				28		28
	T ₄	4					16	20
e	total	****	0	1	2	48	16	46 54
								67

$$(46 \times 100)/54 = 85,19\%$$

$$(67 \times 100)/54 = 124,07\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P&B - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	0	39	3	****
	T ₀ 0	0					0
	T ₁ 7		1				8
	T ₂ 10			4			14
	T ₃ 0				13		13
	T ₄ 0					11	11
	total ****	0	1	4	52	14	29 46 71

$$(29 \times 100)/46 = 63,04\%$$

$$(71 \times 100)/46 = 154,35\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	1	0	22	4	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		1				1
	T ₂	6			1			7
	T ₃	0				30		30
	T ₄	0					17	17
e	total	****	0	2	1	52	21	49 55
								76

$$(49 \times 100)/55 = 89,09\%$$

$$(76 \times 100)/55 = 138,18\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	0	31	13	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		0				0
	T ₂	5			1			6
	T ₃	0				28		28
	T ₄	0					20	20
e	total	****	0	0	1	59	33	49 54
								93

$$(49 \times 100)/54 = 90,74\%$$

$$(93 \times 100)/54 = 172,22\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)
 Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR
 Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	0	46	6	*****
	T ₀	0					0
	T ₁	8	0				8
	T ₂	8		6			14
	T ₃	0			13		13
	T ₄	0				11	11
	total	*****	0	0	6	59	17
							30 46
							82

$$(30 \times 100)/46 = 65,22\%$$

$$(82 \times 100)/46 = 178,26\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	6	0	0	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	0		1				1	
	T ₂	0			7			7	
	T ₃	1				29		30	
	T ₄	11					6	17	
	total	****	0	1	13	29	6	43	55
							49		

$$(43 \times 100)/55 = 78,18\%$$

$$(49 \times 100)/55 = 89,09\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	0	0	0	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	0		0				0	
	T ₂	4			2			6	
	T ₃	3				25		28	
	T ₄	5					15	20	
	total	****	0	0	2	25	15	42	54
							42		

$$(42 \times 100)/54 = 77,78\%$$

$$(42 \times 100)/54 = 77,78\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	total	
		0	0	0	2	0	*****	
	T_0	0					0	
	T_1	6	2				8	
	T_2	6		8			14	
	T_3	0			13		13	
	T_4	5				6	11	
	total	****	0	2	8	15	6	29 46 31

$$(29 \times 100)/46 = 63,04\%$$

$$(31 \times 100)/46 = 67,39\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	total
		0	1	2	1	0	****
	T_0	0					0
	T_1	0	1				1
	T_2	0		7			7
	T_3	0			30		30
	T_4	5				12	17
	total	****	0	2	9	31	12
							50 55
							54

$$(50 \times 100)/55 = 90,91\%$$

$$(54 \times 100)/55 = 98,18\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	total
		0	0	5	0	0	****
	T_0	0					0
	T_1	0	0				0
	T_2	0		6			6
	T_3	2			26		28
	T_4	4				16	20
	total	****	0	0	11	26	16
							48 54
							53

$$(48 \times 100)/54 = 88,89\%$$

$$(53 \times 100)/54 = 98,15\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	0	5	0	*****
	T ₀	0					0
	T ₁	5	3				8
	T ₂	4		10			14
	T ₃	0			13		13
	T ₄	4				7	11
	total	****	0	3	10	18	7
							33 46
							38

$$(33 \times 100)/46 = 71,74\%$$

$$(38 \times 100)/46 = 82,61\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)
 Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR
 Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: γ

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			2	0	0	3	0	*****
	T ₀	0	2					2
	T ₁	6		19				25
	T ₂	3			8			11
	T ₃	0				9		9
	T ₄	1					2	3
	total	****	4	19	8	12	2	40 50 45

$$(40 \times 100)/50 = 80,00\%$$

$$(45 \times 100)/50 = 90,00\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	3	0	0	0	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		3				3
	T ₂	9			13			22
	T ₃	4				21		25
	T ₄	2					6	8
	total	****	0	6	13	21	6	43 58 46

$$(43 \times 100)/58 = 74,14\%$$

$$(46 \times 100)/58 = 79,31\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: γ

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	0	2	0	*****
	T ₀	2	0					2
	T ₁	3		1				4
	T ₂	2			8			10
	T ₃	0				21		21
	T ₄	2					7	9
	total	****	0	1	8	23	7	37 46 39

$$(37 \times 100)/46 = 80,43\%$$

$$(39 \times 100)/46 = 84,78\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	1	0	0	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	3		0				3
	T ₂	0			6			6
	T ₃	8				13		21
	T ₄	4					19	23
	total	****	0	0	7	13	19	38 53 39

$$(38 \times 100)/53 = 71,70\%$$

$$(39 \times 100)/53 = 73,58\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: γ

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

		fotointerpretação							
t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	2	3	1	*****	
	T ₀	1	1					2	
	T ₁	7		18				25	
	T ₂	0			11			11	
	T ₃	0				9		9	
	T ₄	0					3	3	
e	total	****	1	18	13	12	4	42	50
								48	

$$(42 \times 100)/50 = 84,00\%$$

$$(48 \times 100)/50 = 96,00\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2º data: 16.06.1988

fotointerpretação									
t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	1	0	2	0	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	0		3				3	
	T ₂	3			19			22	
	T ₃	0				25		25	
	T ₄	3					5	8	
e	total	****	0	4	19	27	5	52	58
								55	

$$(52 \times 100)/58 = 89,66\%$$

$$(55 \times 100)/58 = 94,83\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: γ

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	1	3	1	*****
	T ₀	2	0					2
	T ₁	4		0				4
	T ₂	0			10			10
	T ₃	0				21		21
	T ₄	0					9	9
	total	****	0	0	11	24	10	40 46 45

$$(40 \times 100)/46 = 86,96\%$$

$$(45 \times 100)/46 = 97,83\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 2° data: 16.06.1988

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	0	2	2	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	3		0				3
	T ₂	3			3			6
	T ₃	0				21		21
	T ₄	0					23	23
	total	****	0	0	3	23	25	47 53 51

$$(47 \times 100)/53 = 88,68\%$$

$$(51 \times 100)/53 = 96,23\%$$

ANEXO 2

RESULTADOS DA INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS DO 3º VÔO

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 3° data: 05.12.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	3	6	0	*****
	T ₀ 0	0					0
	T ₁ 1		2				3
	T ₂ 0			10			10
	T ₃ 0				21		21
	T ₄ 5					10	15
	total *****	0	2	13	27	10	43 49 52

$$(43 \times 100)/49 = 87,76\%$$

$$(52 \times 100)/49 = 106,12\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 3° data: 05.12.1988

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		1	0	4	0	0	*****
	T ₀ 0	0					0
	T ₁ 1		1				2
	T ₂ 0			8			8
	T ₃ 7				17		24
	T ₄ 2					10	12
	total *****	1	1	12	17	10	36 46 41

$$(36 \times 100)/46 = 78,26\%$$

$$(41 \times 100)/46 = 89,13\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P&B - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 3° data: 05.12.1988

fotointerpretação

t v e e r r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			2	2	4	10	0	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	0		8				8	
	T ₂	0			14			14	
	T ₃	0				13		13	
	T ₄	1					6	7	
	total	****	2	10	18	23	6	41	42
								59	

$$(41 \times 100)/42 = 97,62\%$$

$$(59 \times 100)/42 = 140,48\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 3° data: 05.12.1988

		fotointerpretação							
t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	0	0	1	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	2		1				3	
	T ₂	8			2			10	
	T ₃	2				19		21	
	T ₄	0					15	15	
e	total	****	0	1	2	19	16	37	49
								38	

$$(37 \times 100)/49 = 75,51\%$$

$$(38 \times 100)/49 = 77,55\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 3° data: 05.12.1988

		fotointerpretação							
t v e r r o r e s	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
			0	0	0	0	2	*****	
	T ₀	0	0					0	
	T ₁	1		1				2	
	T ₂	2			6			8	
	T ₃	5				19		24	
	T ₄	0					12	12	
e	total	****	0	1	6	19	14	38	46
								40	

$$(38 \times 100)/46 = 82,61\%$$

$$(40 \times 100)/46 = 86,96\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:1 000 - vôo: 3° data: 05.12.1988

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	4	11	9	0	*****
	T ₀	0	0					0
	T ₁	0		8				8
	T ₂	0			14			14
	T ₃	0				13		13
	T ₄	2					5	7
	total	****	0	12	25	22	5	404264

$$(40 \times 100)/42 = 95,24\%$$

$$(64 \times 100)/42 = 152,38\%$$

ANEXO 3

RESULTADOS DA INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS DO 4º VÔO

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: α

amostra: 4 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4º data: 15.04.1989

		fotointerpretação						
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total	
		0	0	0	4	9	*****	
	T ₀ 0	2					2	
	T ₁ 1		0				1	
	T ₂ 3			5			8	
	T ₃ 0				14		14	
	T ₄ 0					5	5	
e	total ****	2	0	5	18	14	26	30
							39	

$$(26 \times 100)/30 = 86,67\%$$

$$(39 \times 100)/30 = 130,00\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (*Mimosa Scabrella*, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4° data: 15.04.1989

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	3	2	0	*****
	T ₀	0					0
	T ₁	1	2				3
	T ₂	0		11			11
	T ₃	0			20		20
	T ₄	5				8	13
	total	****	0	2	14	22	8
							41 47
							46

$$(41 \times 100)/47 = 87,23\%$$

$$(46 \times 100)/47 = 97,87\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4° data: 15.04.1989

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	1	0	0	0	*****
	T ₀	0					0
	T ₁	0	3				3
	T ₂	3		2			5
	T ₃	1			20		21
	T ₄	3				13	16
	total	****	0	4	2	20	13
							38 45
							39

$$(38 \times 100)/45 = 84,44\%$$

$$(39 \times 100)/45 = 86,67\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: β

amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4° data: 15.04.1989

		fotointerpretação						
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
			0	0	6	0	0	*****
	T ₀	1	0					1
	T ₁	3		6				9
	T ₂	0			13			13
	T ₃	1				10		11
	T ₄	2					4	6
	total	****	0	6	19	10	4	33 40
								39

$$(33 \times 100)/40 = 82,50\%$$

$$(39 \times 100)/40 = 97,50\%$$

Avaliação de danos em bracing (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: γ

amostra: 1 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4° data: 15.04.1989

		fotointerpretação					
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		0	0	0	0	0	*****
	T ₀	2	19				21
	T ₁	4		8			12
	T ₂	2		6			8
	T ₃	1			5		6
	T ₄	0				0	0
	total	****	19	8	6	5	0
							38 47
							38

$$(38 \times 100)/47 = 80,85\%$$

$$(38 \times 100)/47 = 80,85\%$$

#####

amostra: 2 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4° data: 15.04.1989

		fotointerpretação					
t v e r r e d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		1	0	0	0	0	*****
	T ₀	0	1				1
	T ₁	2		6			8
	T ₂	4		14			18
	T ₃	2			17		19
	T ₄	2				5	7
	total	****	2	6	14	17	5
							43 53
							44

$$(43 \times 100)/53 = 81,13\%$$

$$(44 \times 100)/53 = 83,02\%$$

Avaliação de danos em bracatinga (Mimosa Scabrella, Bentham)

Almirante Tamandaré ("Mato Dentro") - PR

Verificação dos valores amostrais (fotointerpretação x verdade-terrestre) - Povoamento: γ amostra: 3 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4^o data: 15.04.1989

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		2	1	2	0	0	*****
	T ₀ 0	4					4
	T ₁ 0		7				7
	T ₂ 0			10			10
	T ₃ 5				11		16
	T ₄ 2					4	6
	total ****	6	8	12	11	4	36 43
							41

$$(36 \times 100)/43 = 83,72\%$$

$$(41 \times 100)/43 = 95,35\%$$

#####

amostra: 4 - filme: P C - esc. fotos: 1:2 000 - vôo: 4^o data: 15.04.1989

		fotointerpretação					
t v e r r d e a s d t e r e	tipo de dano	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	total
		1	0	0	0	0	*****
	T ₀ 0	0					0
	T ₁ 1		2				3
	T ₂ 1			7			8
	T ₃ 3				12		15
	T ₄ 3					15	18
	total ****	1	2	7	12	15	36 44
							37

$$(36 \times 100)/44 = 81,82\%$$

$$(37 \times 100)/44 = 84,09\%$$